



**Ricardo Manuel
Pereira da Silva**

**Aplicação do *Value Stream Mapping* para o Estudo e
Melhorias do Processo Produtivo**



**Ricardo Manuel
Pereira da Silva**

**Aplicação do *Value Stream Mapping* para o Estudo e
Melhorias do Processo Produtivo**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Sofia Simaria, Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Professora Doutora Maria João Machado Pires da Rosa
professora auxiliar convidada da Universidade de Aveiro

Professora Doutora Maria Antónia da Silva Lopes de Carravilla
professora auxiliar do Departamento de Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Professora Doutora Ana Sofia de Almeida Simaria
professora auxiliar convidada da Universidade de Aveiro

agradecimentos

À Professora Doutora Ana Sofia Simaria, orientadora deste projecto, pela sua disponibilidade, ajuda e acompanhamento ao longo da realização deste trabalho.

A todos os elementos do Gabinete de Desenho e da Engenharia de Produção da Toyota Caetano Portugal, S. A., que para além da oportunidade de realização deste projecto, proporcionaram uma primeira experiência profissional notável.

Ao Eng.º António Gomes e ao Eng.º Ricardo Valadares pela orientação do meu estágio.

À Salomé Bárbara Neves, minha namorada, pelo incentivo e motivação inesgotáveis, pelo apoio e amor que me deu para levar este projecto a bom porto.

A toda a minha família, com especial atenção aos meus avós Mário Pereira e Filomena de Matos, ao meu padrinho Albano Alves e à minha irmã Darcília Silva.

Aos meus queridos pais, António e Ermelinda Silva, por todos os sacrifícios que fizeram para que eu pudesse chegar até aqui. Pelo seu amor incondicional. Sem vós teria sido impossível.

palavras-chave

kaizen, lean, mapeamento, mapeamento do fluxo de valor, sistema de produção toyota.

resumo

O mapeamento do fluxo de valor (Value Stream Mapping) tem-se exibido como uma ferramenta muito eficaz no auxílio à identificação e eliminação de desperdícios. É uma ferramenta pertencente a uma filosofia de gestão que visa a eliminação de desperdícios – *Lean Management* – e usada muitas vezes como ponto de partida para a implementação desta mesma filosofia. Este projecto tem como objectivo aplicar a ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM) para analisar a cadeia de valor de uma família de produtos de um processo produtivo da empresa Toyota Caetano Portugal, S.A.. A aplicação do VSM será desenvolvido do particular para o geral, isto é, primeiro aplica-se a ferramenta aos sub-processos e só depois ao processo produtivo geral. Numa fase inicial a ferramenta identificará o estado actual e a quantificação do valor dessa família de produtos no processo produtivo. Posteriormente, a sua análise originará a identificação de desperdícios e oportunidades de melhoria para o desenvolvimento do estado futuro do processo produtivo.

keywords

kaizen, lean, mapping, value stream mapping, toyota production system.

abstract

The value stream mapping has been used as a very effective tool in helping the identification and reduction of waste. It is a tool belonging to a management philosophy that seeks the elimination of waste - Lean Management - and it is often used as a starting point for the implementation of this philosophy. This project aims to implement the value stream mapping (VSM) tool to examine the value chain of a family of products from a company's production process - Toyota Caetano Portugal, SA.. The application of VSM will be developed from particular to the general, first the tool is applied to the sub-processes and then the global process. Initially, this tool will identify the current state and quantification of the value of the products family in the production process. Subsequently, its analysis leads to the identification of waste and opportunities for improvement for the future development of the state of the production process.

Índice Geral

CAPÍTULO I

I.2 – APRESENTAÇÃO DA TOYOTA CAETANO PORTUGAL, S.A.	4
I.3 – OBJECTIVOS DO PROJECTO	5
I.4 – ESTRUTURA DO RELATÓRIO	5

CAPÍTULO II

II.1 – TOYOTA PRODUCTION SYSTEM.....	9
II. 2 – CONCEITO LEAN	11
II.3 – VALUE STREAM MAPPING (VSM)	12
II.3.1 – VSM: Passo 0.....	13
II.3.2 – VSM: Passo 1.....	14
II.3.3 – VSM: Passo 2.....	14
II.3.4 – VSM: Passo 3.....	16
II.3.5 – VSM: Passo 4.....	17
II. 4 – REVISÃO DE LITERATURA	18

CAPÍTULO III

III.1 – DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO.....	23
III.2 – APLICAÇÃO DO VSM.....	24
III.2.1 – Mapeamento do Estado Actual: Soldadura.....	26
III.2.2 – Mapeamento do Estado Actual: Pintura	37
III.2.3 – Mapeamento do Estado Actual: Montagem Final.....	47
III.2.5 – Mapeamento do Estado Futuro	65

CAPÍTULO IV

IV.1 – DISCUSSÃO DE RESULTADOS E CONCLUSÕES	75
IV.2 – PERSPECTIVAS FUTURAS	76

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

APÊNDICE

Índice de Figuras

<i>Figura 1 - Veículos Comercializados</i>	5
<i>Figura 2 - Etapas do VSM (Rother & Shook, 1998)</i>	12
<i>Figura 3 - Família de Produtos Dyna e Hiace</i>	24
<i>Figura 4 - Frequência de Produção Dyna [Março e Abril 2008]</i>	25
<i>Figura 5 - CKD Hiace</i>	26
<i>Figura 6 - Linha de Cabines (Metal Finish)</i>	27
<i>Figura 7 - Visualização 3D dos Tanques de Pré-Tratamento</i>	37
<i>Figura 9 - Saída de Aplicação de Primário</i>	38
<i>Figura 8 - Entrada Linha de Vedantes</i>	38
<i>Figura 10 - Lixagem do Primário</i>	39
<i>Figura 11 - Entrada Rectificação Pintura</i>	39
<i>Figura 12 - Linha Postos Elevados - Dyna</i>	47
<i>Figura 13 - Inspeção Final</i>	48

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 - Resumo de Tempos Soldadura - Linha de Chassis 251 Cabines Simples e Dupla</i>	<i>27</i>
<i>Tabela 2 - Resumo de Tempos Soldadura - Linha Cabines Dyna Simples e Dupla</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 3 - Resumo Tempos Soldadura - Linha Cabines Hiace 8/9 Lugares</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 4 - Resumo do Lead Time do Estado Actual Soldadura</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 5 - Resumo Tempos Pintura - Chassis</i>	<i>40</i>
<i>Tabela 6 - Resumo Tempos Pintura - Dyna e Hiace</i>	<i>41</i>
<i>Tabela 7 - Resumo Pintura - Operadores</i>	<i>42</i>
<i>Tabela 8 - Resumo do Lead Time do Estado Actual Pintura</i>	<i>46</i>
<i>Tabela 9 - Resumo Tempos Montagem - Dyna Cabine Simples e Dupla</i>	<i>49</i>
<i>Tabela 10 - Resumo Tempos Montagem - Hiace 8/9 Lugares</i>	<i>50</i>
<i>Tabela 11 - Resumo Tempos Montagem - Chassis</i>	<i>51</i>
<i>Tabela 12 - Resumo do Lead Time do Estado Actual Montagem</i>	<i>60</i>
<i>Tabela 13 - Resumo do Lead Time do Estado Processo Produtivo Toyota 1</i>	<i>65</i>
<i>Tabela 14 - Estado Actual vs Estado Futuro (Dyna Cabine Simples)</i>	<i>69</i>
<i>Tabela 15 - Estado Actual vs Estado Futuro (Dyna Cabine Dupla)</i>	<i>69</i>
<i>Tabela 16 - Estado Actual vs Estado Futuro (Hiace 8/9 Lugares)</i>	<i>69</i>

Índice de Mapas

<i>Mapa 1 - Mapa Exemplo do Estado Actual (Brunt, 2000)</i>	15
<i>Mapa 2 - Mapa Exemplo do Estado Futuro (Brunt, 2000)</i>	17
<i>Mapa 3 - Estado Actual Soldadura Linha Cabines: Cabine Simples</i>	30
<i>Mapa 4 - Estado Actual Soldadura Linha Chassis: Cabine Simples</i>	31
<i>Mapa 5 - Estado Actual Soldadura Linha Cabines: Cabine Dupla</i>	32
<i>Mapa 6 - Estado Actual Soldadura Linha Chassis: Cabine Dupla</i>	33
<i>Mapa 7 - Estado Actual Soldadura Linha Cabines: Hiace 8/9 Lugares</i>	34
<i>Mapa 8 - Estado Actual Pintura: Dyna Cabine Simples</i>	43
<i>Mapa 9 - Estado Actual Pintura: Dyna Cabine Dupla</i>	44
<i>Mapa 10 - Estado Actual Pintura: Hiace 8/9 Lugares</i>	45
<i>Mapa 11 - Estado Actual Montagem Linha Cabines: Dyna Cabine Simples</i>	52
<i>Mapa 12 - Estado Actual Montagem Linha Chassis: Dyna Cabine Simples</i>	53
<i>Mapa 13 - Estado Actual Montagem Linha Cabines: Dyna Cabine Dupla</i>	54
<i>Mapa 14 - Estado Actual Montagem Linha Chassis: Dyna Cabine Dupla</i>	55
<i>Mapa 15 - Estado Actual Montagem Linha Cabines + Bypass: Hiace 8/9 Lugares</i>	56
<i>Mapa 16 - Estado Actual Montagem Linha Montagem Final: Dyna Cabine Simples</i>	57
<i>Mapa 17 - Estado Actual Montagem Linha Montagem Final: Dyna Cabine Dupla</i>	58
<i>Mapa 18 - Estado Actual Montagem Linha Montagem Final: Hiace 8/9 Lugares</i>	59
<i>Mapa 19 - Estado Actual Processo Produtivo Toyota 1: Dyna Cabine Simples</i>	62
<i>Mapa 20 - Estado Actual Processo Produtivo Toyota 1: Dyna Cabine Dupla</i>	63
<i>Mapa 21 - Estado Actual Processo Produtivo Toyota 1: Hiace 8/9 Lugares</i>	64
<i>Mapa 22 - Estado Futuro Processo Produtivo Toyota 1: Dyna Cabine Simples</i>	67
<i>Mapa 23 - Estado Futuro Processo Produtivo Toyota 1: Dyna Cabine Dupla</i>	70
<i>Mapa 24 - Estado Futuro Processo Produtivo Toyota 1: Hiace 8/9 Lugares</i>	71

Listas de Siglas e Acrónimos

BOM	- Bill of Materials
D/C	- Dyna Cabine Dupla
ED	- Electrodeposição
EVSM	- Extended Value Stream Mapping
IVSM	- Improved Value Stream Mapping
JIT	- Just In Time
PM	- Pré-Montagens
PT	- Pré-Tratamento
QC	- Quality Control
QFD	- Quality Function Deployment
S/C	- Dyna Cabine Simples
TC	- Tempo de Ciclo
TCAP	- Toyota Caetano Portugal, S.A.
TCE	- Tempo de Ciclo Efectivo
TMC	- Toyota Motor Corporation
TME	- Toyota Motor Europe
TPS	- Toyota Production System
VA	- Valor Acrescentado
VSM	- Value Stream Mapping
WIP	- Work in Progress

Capítulo I

Apresentação do Projecto

- ✓ *Introdução*
- ✓ *Apresentação da Toyota Caetano Portugal, S.A.*
- ✓ *Estrutura do Relatório*

I.1 – Introdução

Confrontadas com um crescente número de desafios, como o da globalização, que eleva os patamares de competitividade, as empresas ligadas à área industrial têm vindo a redefinir e redesenhar os seus processos produtivos perseguindo objectivos e traçando estratégias que lhes garantam vantagem competitiva sobre as demais. A globalização é mesmo, senão o maior, um dos factores que fez disparar a competitividade entre organizações. No cenário europeu, as “fronteiras” foram abertas a todo o mundo, e entrada de novos *players*, principalmente vindos do Oriente, despoletou uma nova era no que respeita à luta pelos mercados. Tal factor, aliado a outros, tais como a escalada incessante do preço dos combustíveis fósseis, originou na generalidade das indústrias graves reveses nos seus lucros.

Para contrariar este fenómeno as empresas optaram por seguir vários caminhos, desde o recurso a *downsizing*, deslocalização das suas unidades fabris, entre outros. Um dos caminhos que algumas seguiram foi adaptar-se à nova realidade, através de um olhar crítico, de fora para dentro da organização, procurando focos de erro, defeitos, desperdícios, e anulá-los, criando valor e tendo sempre em mente o cliente, melhorando assim o seu desempenho e competitividade.

A esta segunda abordagem, tendo em vista a eliminação de desperdícios e criação de valor, Womack e Jones (1990) denominaram *Lean Thinking*. Esta filosofia tem a sua génese num conjunto de técnicas, métodos e conceitos desenvolvidos por Taiichi Ohno na Toyota Motor Company, o mentor do sistema de gestão TPS – *Toyota Production System*. Este sistema tem como suporte as filosofias de melhoria contínua – *kaizen*, introdução de práticas de prevenção de erros – *pokayoke*, sistema *pull* – produção baseada apenas nas necessidades do cliente final, tornando os sistemas de produção flexíveis, orientados à satisfação do cliente, através da eliminação e gestão dos desperdícios. O *Lean Thinking* (também denominado *Lean Manufacturing*) – pensamento magro (Comunidade Lean Thinking, 2004) – vem neste seguimento. É uma filosofia de gestão empresarial que promove o desempenho global das organizações através da focalização no cliente, procurando garantir que todos os processos na organização contribuam para a adição de valor, ao mesmo tempo que todas as fontes de desperdício são eliminadas.

Neste contexto, o movimento de produção magra desenvolveu e introduziu o *Value Stream Mapping* (VSM) – Mapeamento da Cadeia de Valor – uma ferramenta de diagnóstico visual utilizada no mapeamento dos fluxos associados às várias cadeias de valor de uma organização. A cadeia de valor é o conjunto de actividades desenvolvidas na realização de produtos e/ou serviços. O VSM permite a visualização integrada dos fluxos de valor, com uma perspectiva aérea, representados fluxos de informação e de materiais associados aos processos. Desta forma, permite identificar os desperdícios (do ponto de vista do consumidor) e oportunidades de melhoria (Rother & Shook, 1998).

I.2 – Apresentação da Toyota Caetano Portugal, S.A.

A Fábrica de Ovar da Empresa Toyota Caetano Portugal, S.A. (assim denominada desde 1 de Janeiro de 2007) iniciou a sua actividade em 1971, especialmente vocacionada para veículos de passageiros. Em 1980, a fábrica foi reconvertida para a montagem exclusiva de veículos comerciais. Após nova reestruturação em 1996, a actividade desta unidade fabril foi alargada ao fabrico de carroçarias de Miniautocarros (Optimo) – Fábrica 2. A Fábrica 1 é destinada a montagem de viaturas Toyota.

Em 1999, o Sistema de Gestão da Qualidade implementado na Fábrica de Ovar foi Certificado pela APCER (Norma ISO 9002).

“A exportação é condição fundamental para o desenvolvimento desta fábrica” (TCAP).

A produção do primeiro modelo Dyna para exportação (França) arrancou no mês de Julho de 2003, após negociação para o levantamento da cláusula contratual imposta pela Toyota Motor Corporation (que impedia a Salvador Caetano de exportar). A implementação do projecto de exportação para a Europa, tem como suporte um programa de intercâmbio técnico com a TMC (Toyota Motor Corporation), com vista à melhoria dos níveis de qualidade e produtividade.

Em 2004, o Sistema de Gestão Ambiental foi certificado pela empresa APCER (Norma 14001).

Actualmente, esta unidade fabril tem um total de cerca de 350 trabalhadores, para um volume de produção anual que se situa perto das 4700 unidades montadas (miniautocarros e viaturas comerciais Toyota - Hiace e Dyna) e 6200 unidades transformadas.

VISÃO

- A empresa será uma referência em todos os mercados em que actua pela sua capacidade de inovar, de responder a desafios e pela sua diversificação nos serviços que oferece, na certeza de satisfação do cliente.

MISSÃO

- A empresa Salvador Caetano terá sempre posicionamento de líder de mercado em todas as áreas em que opera.

- É uma empresa estratégica que, assentando na preocupação com colaboradores e clientes, será reconhecida como entidade íntegra na relação com o ambiente e a comunidade, empenhada na melhoria constante e na permanente satisfação das necessidades do cliente.

VALORES

- As pessoas, o respeito pelo ambiente e o crescimento económico são os pilares do sucesso da empresa;
- Orientação permanente para a satisfação pelo cliente;
- Servir o maior número de pessoas respeitando a individualidade e dignidade de cada um;
- Crescimento da eficiência e eficácia da gestão;
- Desenvolvimento da cultura empresarial assente em princípios de equidade e justiça, da ética e da moral;
- Criação de relações duradouras com parceiros a nível nacional e internacional.

A figura 1 mostra alguns dos veículos comercializados pela Toyota Caetano Portugal, S.A.:



Figura 1 - Veículos Comercializados

I.3 – Objectivos do Projecto

Este projecto tem como objectivo aplicar a ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM) para analisar o fluxo de valor de uma família de produtos¹ de um processo produtivo da empresa Toyota Caetano Portugal, S.A.. A aplicação do VSM será desenvolvido do particular para o geral, isto é, primeiro aplica-se a ferramenta aos sub-processos e só depois ao processo produtivo geral. Numa fase inicial a ferramenta identificará o estado actual e a quantificação do valor dessa família de produtos no processo produtivo. Posteriormente, a sua análise originará a identificação de desperdícios e oportunidades de melhoria para o desenvolvimento do estado futuro do processo produtivo.

I.4 – Estrutura do Relatório

Este relatório está organizado em quatro capítulos.

No primeiro capítulo é feita uma descrição do propósito deste trabalho, bem como uma visão geral da sua estrutura.

No segundo apresenta-se uma revisão do VSM como ferramenta para a identificação do estado actual do processo produtivo e o seu uso para o planeamento do processo produtivo futuro, bem como uma revisão das

¹ O conceito ‘família de produtos’ será discutido na secção seguinte.

filosofias subjacentes a esta ferramenta. O intuito deste capítulo passa por fornecer um resumo histórico sobre quem escreveu o quê sobre este assunto.

No terceiro capítulo será apresentado todo o estudo e análises ao processo produtivo em causa da Toyota Caetano Portugal S.A. através da ferramenta e metodologias propostas.

No quarto capítulo serão discutidos os resultados da aplicação do VSM e as fraquezas e potencialidades desta ferramenta serão evidenciadas. Serão apresentadas as conclusões bem como as perspectivas de desenvolvimento futuro.

Finalmente apresentam-se as referências bibliográficas, anexos e apêndices.

Capítulo II

Fundamentação Teórica

- ✓ *Toyota Production System*
- ✓ *Conceito Lean*
- ✓ *Value Stream Mapping (VSM)*
- ✓ *Revisão de Literatura*

II.1 – Toyota Production System

O Sistema de Produção Toyota (TPS – *Toyota Production System*) é um modelo intuitivo de gestão da produção que os japoneses inventaram há cerca de cem anos atrás, após se terem lançado ao mundo moderno. A criação deste sistema deve-se a três pessoas: ao fundador da Toyota e mestre de invenções, Sakichi Toyoda, ao seu filho Kiichiro Toyoda e ao engenheiro Taiichi Ohno.

O Sistema de Produção Toyota assenta na filosofia *Toyota Way*, uma filosofia dos 4P's (Comunidade Lean Thinking, 2004):

Philosophy – Basear as decisões estratégicas numa óptica de longo prazo, em detrimento de ganhos financeiros imediatos;

Process – Focalização na eliminação de desperdícios definindo fluxos, sistemas *pull*, *heijunka*, *jidoka*, standardização do trabalho e gestão visual;

People – Desenvolvimento de chefias que promovam e vivam a filosofia, respeito, desenvolvimento e desafio de pessoas, equipas e fornecedores;

Problem Solving – *Kaizen*, tomada de decisões baseadas em factos e observações no local de trabalho, através de consensos: planeamento exaustivo considerando todos os contextos – rápida implementação!

O grande objectivo do TPS é aumentar a eficiência da produção pela eliminação contínua de desperdícios. Produzir no momento exacto torna-se um conceito de extrema importância. Este conceito significa produzir somente o que é necessário, na quantidade necessária e no momento certo. Consequentemente, o excesso de stocks e a mão-de-obra são reduzidos naturalmente, obtendo-se assim um aumento de produtividade e redução de custos (Monden, 1998).

Nas organizações que adoptaram o TPS, o factor humano e a qualidade dos produtos assumem um papel primordial até então nunca valorizado, sendo a base de sustentação do sistema a absoluta eliminação do desperdício. Este sistema contrapõe-se ao tradicional sistema de Produção em Massa desenvolvido por Frederick Taylor e Henry Ford no início do século XX e que perdurou até à década de 90. Este último procurava reduzir os custos dos produtos através da produção em larga escala, especialização e divisão do trabalho. No entanto, este sistema tinha que operar com stocks e lotes de produção elevados sem que a qualidade do produto fosse uma preocupação envolvente das organizações. Pelo contrário, com o TPS podem ser eliminados stocks de produtos intermédios e de produto acabado mantendo os padrões de qualidade necessários para satisfação dos clientes.

Para a produção de automóveis de qualidade e a preços competitivos, a Toyota desenvolveu uma forma de produção que gere de forma integrada equipamentos, materiais e pessoas da forma mais eficiente, enquanto promove a saúde e segurança no trabalho.

O TPS é ajustado para a produção, utilizando processos de simplificação no trabalho, materiais e mão-de-obra tão eficientes quanto possível, fazendo todos os esforços para eliminar o MUDA (desperdícios), MURA (desigualdades) e MURI (sobrecargas) (Imai, 1991). Concluindo, excessivos 3 M's (MUDA, MURA, MURI) provocarão um aumento gradual dos custos. Logo, um dos objectivos do TPS é a sua redução, através da

conjugação dos seguintes aspectos: procurar a racionalização dos métodos produtivos; eliminar *muda*, *mura*, *muri* e garantir a alta eficiência de equipamentos, materiais e mão-de-obra.

Toyota definiu o desperdício – *muda* – como qualquer actividade que não acrescente valor e identificou sete fonte de desperdícios (Nicholas, 1998):

- Defeitos de Qualidade;
- Movimentos;
- Stocks;
- Desperdícios de Processo;
- Transportes;
- Esperas;
- Excessos de Produção.

Na base do TPS estão dois conceitos fulcrais: o *Just-in-Time* e o Autocontrolo. Podemos caracterizar o *Just-in-Time* como a produção das unidades necessárias, nas quantidades necessárias e no tempo necessário, e o Autocontrolo como o controlo autónomo de defeitos (Monden, 1998). Para a implementação destes dois conceitos, a Toyota estabeleceu vários sistemas e metodologias, tais como:

- *Kanban*: é um sistema de informação para controlar harmoniosamente as quantidades de produção em todos os processos;

- *Heijunka*: é o nivelamento da produção, isto é, produzir apenas o necessário mantendo os equipamentos e pessoas tão activas quanto possíveis;

- Trabalho padronizado: pode ser definido como a melhor maneira de se realizar determinado conteúdo de trabalho num dado momento. Se existir uma maneira mais apropriada, tal maneira deve passar a ser a nova referência, o novo padrão. Essa é a essência da melhoria contínua, do *kaizen*. Existe uma grande diferença entre a concepção tradicional de "padronização" e a maneira Toyota de lidar com ela. Tradicionalmente, associa-se "padronização" à ausência de criatividade e pouca ou nenhuma participação das pessoas que executam o trabalho. Na Toyota, é exactamente o trabalho padronizado que proporciona a flexibilidade e permite que as pessoas que o executam também pensem sobre o que estão a fazer e proponham melhorias.

- *Jidoka*: num contexto industrial, significa não deixar que uma peça defeituosa passe para o posto de trabalho seguinte. Refere-se especificamente ao facto das máquinas ou linhas de produção serem capazes de parar automaticamente quando acontece algo anormal.

- *Kaizen*: é o sistema de melhorias graduais feitas constantemente.

- *Takt-Time*: é um número padrão especificado de minutos e segundos em que cada linha deve produzir um produto ou uma peça, tendo em conta a produção requerida e as horas de produção disponíveis.

- *Layout* do posto de trabalho e operários com multifunções para obter o conceito de flexibilidade da mão-de-obra;

- Redução do tempo de preparação de máquinas para reduzir tempos de execução de produção.

II. 2 – Conceito Lean

O conceito *Lean* assenta a sua base na minimização de desperdícios tendo como objectivo a criação de valor. Este conceito tem a sua génese no Japão, no Toyota Production System desenvolvido por Taiichi Ohno. Esta ideia denomina-se *Lean Production*, *Lean Manufacturing* ou então *Lean Management*. Esta diversidade de terminologias deve-se à amplitude que este conceito tem vindo a ganhar. A sua aplicabilidade ultrapassa a realidade industrial, chegando mesmo à área dos serviços. Assim, a terminologia deste conceito foi evoluindo, paralelamente à evolução do conceito *per si*.

A produção magra tem cinco princípios fundamentais (Womack & Jones, 1996):

- Valor: O conceito de valor deve ser percebido na perspectiva do cliente. O valor é definido por este e refere-se às características do produto ou serviço que satisfazem as suas necessidades e expectativas. O que qualquer cliente pretende é que o preço que paga justifique o valor do produto/serviço que adquiriu.
- Cadeia de Valor: A cadeia de valor é o conjunto de todas as etapas e acções necessárias às satisfações dos clientes. Existem três tipos de operações ao longo de uma cadeia de valor (Monden, 1998): as actividades que criam valor, as actividades que apesar de não criarem valor são necessárias devido à actual tecnologia e as que não criam valor e não são necessárias. Estas últimas são puro desperdício, devendo ser imediatamente eliminadas.
- Sistema *Pull*: Conceito que tem por base produzir o necessário apenas quando necessário. Um processo só deverá ser accionado quando o processo a montante assim o solicitar, por outras palavras, o cliente é que deve puxar o produto, puxar o processo, puxar o valor. Caso contrário, os processos a jusante tenderão a produzir em excesso e a formar stocks, desperdícios.
- Fluxo: Definido o valor com precisão, organiza-se a cadeia de modo a que o processo seja o mais fluido possível, tentando evitar movimentos desnecessários, interrupções, lotes ou filas.
- Perfeição: A perfeição dar-se-á quando for completa a eliminação do desperdício. Um conceito um pouco utópico, mas tem como finalidade promover a melhoria contínua procurando criar valor e eliminar desperdício de forma contínua.

Tendo à sua disposição todo um conjunto de técnicas, ferramentas e metodologias do TPS, e indo ainda mais além com a focalização na criação de valor tendo em conta o ponto de vista do cliente, o *Lean Management* é também estudado como uma forma de ser, isto é, como devem pensar e agir as pessoas dentro de uma organização *Lean*. Para a verdadeira assunção de uma organização *Lean*, as próprias pessoas deverão ter também uma conduta *Lean*, pelo que a denominação desta filosofia de gestão tenha também a designação: *Lean Thinking*.

Esta revisão sobre o *Toyota Production System* e *Lean Management*, não é de todo exaustiva. Dada a grande amplitude destes sistemas de gestão, apenas se focalizou o mais interessante e pertinente para a contextualização do projecto.

II.3 – Value Stream Mapping (VSM)

Como já foi dito anteriormente, a *Lean Management* engloba uma série de práticas, técnicas e metodologias produtivas, tendo como objectivo principal a eliminação dos desperdícios ao longo do processo produtivo. Das principais técnicas de eliminação de desperdícios propostas por esta filosofia de gestão, destaca-se uma delas: o Mapeamento do Fluxo de Valor – *Value Stream Mapping*. Esta ferramenta foi proposta por Rother e Shook (1998), tendo sido baseada numa outra – Análise do Fluxo de Valor (*Value Stream Analysis*).

Uma cadeia (ou fluxo) de valor é definida como todas as actividades (acrescentem ou não valor) necessárias para a produção de determinado produto, bem ou serviço tendo em vista as necessidades do cliente. O *Value Stream Mapping* (VSM) é uma técnica que permite a visualização de todo o processo produtivo, representando todos os fluxos de informação e materiais, ajudando a identificar desperdícios, bem como as suas fontes. Após uma primeira “fotografia” do estado actual do processo produtivo, o objectivo é a representação do estado futuro, apontando as melhorias e mudanças identificadas no mapeamento do estado actual.

É, pois, uma técnica imprescindível para a visualização do estado actual e construção futura do processo produtivo (Rother & Shook, 1998). Segundo os autores esta ferramenta tem como características principais:

- Visualização do processo produtivo, “porta-a-porta”².
- Identificação dos desperdícios, bem como as suas fontes.
- Uma linguagem comum para identificar os processos.
- Integra conceitos e técnicas *Lean Thinking*.
- Identifica fluxos de materiais, bem como informação.
- Permite tomadas de decisão e forma a base para um plano de implementação.

O VSM deve seguir quatro etapas, ilustradas na figura 2.

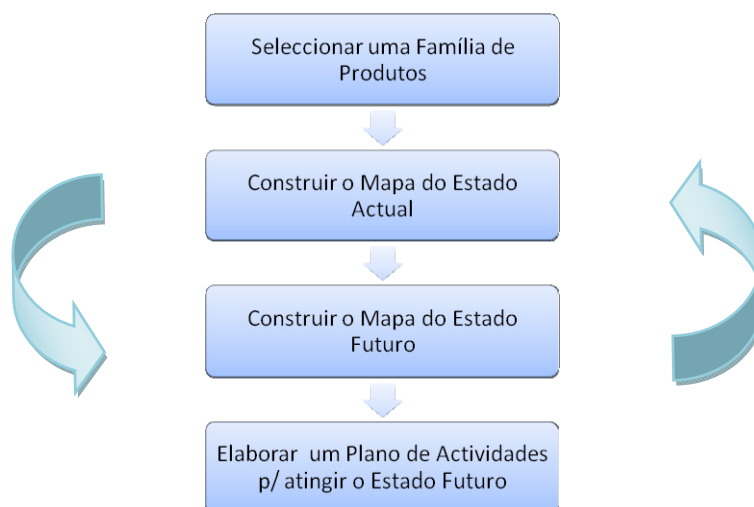


Figura 2 - Etapas do VSM (Rother & Shook, 1998)

² Processo a processo, de forma a que nada fique de fora da visualização e análise do processo produtivo.

O primeiro passo consiste na selecção de entre um conjunto relevante de famílias de produtos identificadas, aquela que será alvo de melhorias.

No passo seguinte constrói-se o mapa do estado actual, usando a informação recolhida do actual processo produtivo.

No terceiro passo do VSM desenha-se o mapa do estado futuro.

As alterações e melhorias são então propostas com bases nestes mapas procedendo-se à elaboração de um plano de actividades que vise o estado futuro.

Nos pontos seguintes descrevem-se com mais detalhe os vários passos do VSM.

II.3.1 – VSM: Passo 0

Apesar de não definido, pode dizer-se que existe um “passo 0”, um primeiro passo onde se escolhe e define uma equipa para a análise do fluxo produtivo. A equipa deve ser constituída por elementos provenientes de diversas áreas (engenharia, qualidade, produção, etc.). As características dessa equipa multidisciplinar debruçam-se em três domínios (Howardell, 2004):

Experiência: Os elementos da equipa devem ser conhecedores do processo produtivo que irão analisar, bem como de toda a estrutura envolvente da organização (fornecedores, clientes, normas e procedimentos de trabalho, cultura, etc.).

Conhecimento: Os elementos devem ter conhecimentos científicos e técnicos sobre a ferramenta do VSM e também sobre conceitos e técnicas de *Lean Management* concordantes com as respectivas áreas de actividade (5 S's, *Kaizen*, Balanceamento de Linhas, Fluxo Contínuo de Linha, etc.).

Aptidões (Skills): Segundo Howardell (2004), este domínio divide-se em sete categorias:

- Consciência do cliente: Todos os colaboradores devem saber quem são os clientes da sua organização e quais as expectativas que estes criaram em relação aos produtos da empresa;
- Pensamento organizacional: Como as acções individuais afectam a organização no seu todo e acrescentam ou não valor, do ponto de vista do cliente;
- Adaptação: As pessoas devem estar dispostas e preparadas para situações de mudança;
- Iniciativa: Identificados desperdícios ou situações que possam ser alvo de melhorias, por iniciativa própria, as pessoas devem eliminar ou melhorar essa situação o mais célere possível;
- Inovação: Promover a inovação de novos processos e até mesmo novos produtos uma vez identificadas as necessidades para os mesmos.
- Colaboração: Uma vez identificadas oportunidades de melhoria, os departamentos deverão trabalhar em uníssono e de forma rápida em prol da organização. A perda de tempo em burocracias entre departamentos pode fazer com que se perca a oportunidade.
- Influência: Saber utilizar a influência dos líderes para executar os planos propostos atingindo os objectivos da empresa. Pessoas com capacidade de influência e persuasão devem conduzir as outras pessoas no sentido dos objectivos da organização.

II.3.2 – VSM: Passo 1

Definida uma equipa que englobe o máximo possível das características acima referenciadas, o primeiro passo para a construção do mapa de fluxo de valor, consiste na definição das famílias de produtos e selecção daquela(s) que deve(m) ser alvo de análise.

A aplicação do VSM está sempre relacionada com determinado produto ou serviço. A correcta selecção da família de produtos contribui em grande parte para o sucesso do VSM. Para a definição das famílias de produtos deve-se ter em atenção alguns critérios:

- Similaridade de processos: produtos que partilham a mesma linha de produção;
- Procura: escolha de produtos de acordo com a frequência e volume de procura;
- Tempo de ciclo do produto³: produtos com tempos de ciclo idênticos.

Após a definição da família de produtos, a selecção desta deve recair sobre aquela que:

- tenha um maior número de componentes;
- englobe um maior número de processos;
- represente o maior volume de procura;
- seja responsável pela maior fatia de facturação.

A selecção da família de produtos deve ser determinada tendo em conta um ou mais dos factores acima enunciados.

II.3.3 – VSM: Passo 2

Seleccionada a família de produtos, o passo seguinte passa por desenhar o mapa do estado actual do processo produtivo. O VSM foi inicialmente concebido para ser desenhado através de papel e lápis de forma simples e prática, por isso a sua replicação e duplicação tornam-se até certo ponto limitadas. Com a evolução da informática e da própria popularidade da ferramenta foram desenvolvidas aplicações informáticas para que o uso do VSM pudesse aproveitar tudo que as novas tecnologias têm de melhor para oferecer.

A linguagem (símbolos/ícones) utilizada nos mapas VSM ao longo deste relatório é apresentada e sucintamente comentada no Apêndice.

A construção do VSM irá documentar como ocorre o fluxo do processo de materiais e informação, desde o pedido do cliente até que o produto lhe seja entregue. De referir que esta descrição feita pelo VSM é estática. É feita em determinada altura e representa inequivocamente esse mesmo momento, tornando-se, assim, muito importante uma boa escolha desse momento, para que na fotografia capturada, a informação contemplada possa representar com maior fidelidade possível a realidade da organização.

Para a obtenção da “fotografia” do estado actual segue-se a linha de produção de determinada família de produtos e, cuidadosamente, desenha-se uma representação visual do fluxo de material e informação,

³ Representa o tempo que o produto leva para ser processado, desde o processo-fornecedor até ao processo-cliente.

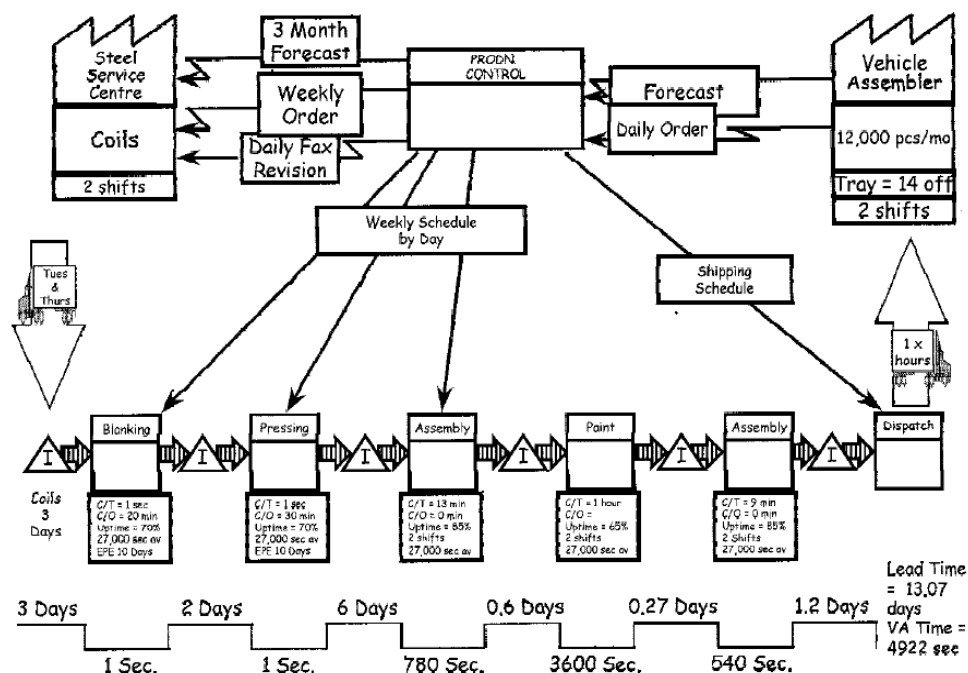
processo a processo desde o cliente aos fornecedores. O fluxo de material é desenhado na parte inferior, da esquerda para a direita. Por sua vez, o fluxo de informação é representado na parte superior, da direita para a esquerda. Paralelamente é feita uma recolha de dados que ajudarão a descrever e mais tarde analisar todo o processo produtivo.

Conforme os objectivos de cada organização e tendo em conta as necessidades dos seus clientes, essa recolha de dados poderá variar. Do conjunto de dados a recolher proposto por Rother e Shook (1998), destacam-se os seguintes:

- Tempo disponível de trabalho: tempo útil de trabalho que os colaboradores dispõem;
- Tempo de ciclo do processo;
- Tempo de *change-over*: tempo necessário para a mudança de equipamentos e máquina desde o último produto para o seguinte;
- Número de operadores;
- Tamanho do lote de produção.

Para cada processo serão recolhidos estes dados, no entanto o VSM pode integrar mais informação: a procura de produtos; *lead time*⁴; stocks; valor acrescentado; oportunidades de melhoria⁵; etc.

Assim que o mapa do estado actual estiver concluído, deverá assemelhar-se ao mostrado no mapa 1. No passo seguinte envereda-se pelo caminho *Lean*.



Mapa 1 - Mapa Exemplo do Estado Actual (Brunt, 2000)

⁴ Tempo total desde que o produto é encomendado em matérias-primas, transformado e distribuído ao seu cliente.

⁵ Sempre que se identifique uma melhoria para determinado processo, essa melhoria pode ser identificada no mapa para depois ser implementada no mapa do estado futuro.

II.3.4 – VSM: Passo 3

Enquanto o mapa do estado actual permite uma percepção fotográfica, a grande característica desta ferramenta é a sua habilidade em possibilitar uma descrição do fluxo de valor ideal. Apesar de muitas organizações terem projectos e objectivos para o seu futuro, poucas são aquelas que têm uma fotografia que represente o seu estado actual e aquele que gostariam ver representado no futuro.

Para se saltar para o estado “ideal” há que analisar o estado actual. Rother e Shook (1998), elaboraram essa análise segundo orientações provenientes do *Lean Management*. Essas orientações foram reformuladas em perguntas, e as respostas às mesmas servem de suporte para a construção do mapa do estado futuro.

As questões são:

1) *Qual é o Takt Time?*

Este valor diz-nos com que “velocidade” é que os clientes estão a consumir os nossos produtos. Produzindo à mesma “velocidade” que os produtos são consumidos sincroniza-se o ritmo da produção com o ritmo de vendas. Evita-se assim excessos de produção.

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo útil Produção por dia}}{\text{Procura Diária}}$$

2) *Deve-se produzir para armazém ou directamente para o cliente?*

Produzir para qualquer tipo de stocks é contra uma política *Lean*. Não obstante, em processos produtivos que não asseguram a produção diária requerida o uso de stocks é importante, uma vez que permite evitar possíveis situações de incumprimento relativamente à entrega do produto às mãos do cliente.

3) *Onde usar fluxo contínuo?*

Usar um fluxo contínuo significa produzir uma única peça de cada vez, passando para o processo seguinte sem interrupções, tendendo a anular desperdícios.

4) *Onde usar “supermercados” pull?*

Quando existe a necessidade de fabricar em lotes, devido à descontinuidade do fluxo, será preciso instalar um “supermercado” *pull*, onde o processo cliente irá ao supermercado e retira apenas o que precisa quando precisa, e o processo fornecedor produzirá apenas para reabastecimento desse supermercado.

5) *Em que ponto da linha deve ser planeada a produção?*

Num sistema regido inteiramente pela filosofia *Lean*, é necessário apenas um ponto de calendarização de produção. Estando a linha a trabalhar em contínuo, o fluxo de informação e materiais fluirá de tal ordem que será apenas necessário um ponto na linha onde deva ser planeada a produção.

6) *Como nivelar o mix produtivo?*

Nivelar o *mix* produtivo significa distribuir a produção de diferentes tipos de produtos uniformemente durante um período de tempo. Ao invés de produzir todos os produtos “A” de manhã e os “B” de tarde, nivelar significa repetir alternadamente lotes menores de produtos “A” e “B”. Quanto mais nivelada for a produção maior será a capacidade de resposta a diferentes solicitações da procura por parte dos clientes.

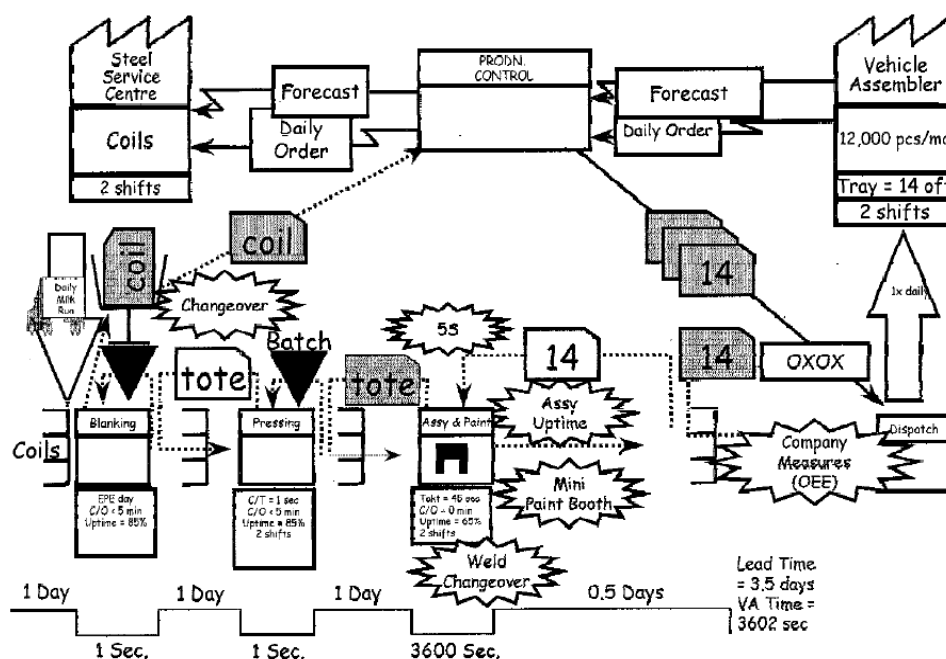
7) *Que quantidade de produto deverá ser sempre produzida?*

Num sistema ideal esta quantidade é um. Isto corresponderá a um fluxo de uma só peça e em circunstâncias em que se produza na mesma proporção da procura, obter-se-á a variedade máxima de produto com zero stocks.

8) *Que planos auxiliares serão precisos desenvolver para implementar o estado futuro?*

Muitas das vezes, para se atingir o estado futuro, mudanças a nível de processo produtivo serão acompanhadas de mudanças organizacionais ou estruturais. Os planos para essas mudanças deverão sempre acompanhar o plano de implementação para o estado futuro.

O mapa 2 ilustra o estado futuro baseado no mapa do estado actual já apresentado no mapa 1.



Mapa 2 - Mapa Exemplo do Estado Futuro (Brunt, 2000)

II.3.5 – VSM: Passo 4

Tendo sido terminado o desenho do mapa do estado futuro, é preciso a sua implementação rápida com a ajuda de um plano de actividades. Esse plano deverá conter objectivos mensuráveis e nomeação de responsáveis por cada actividade. A apresentação e posterior divulgação deste plano não são necessárias uma vez que os resultados dos mapas do estado actual e estado futuro são suficientes.

II. 4 – Revisão de Literatura

A quarta parte deste capítulo está reservada para uma revisão da literatura acerca do *Value Stream Mapping* (VSM). A utilidade desta ferramenta quer na indústria automóvel, quer nas outras indústrias, inclusive até no sector dos serviços, fez com que fossem vários os autores a escrever sobre a matéria. Seguem-se resumos da literatura que foi seguida para a execução e condução deste projecto, e outra que, pelo seu interesse, também mereceu que fosse referenciada.

A ferramenta do mapeamento do fluxo de valor já tem sido usada pelo menos desde os fins da década de 90. Muitos já poderiam ter usada técnicas semelhantes, até mesmo porque ela deriva de uma análise da cadeia de valor desenvolvida por Taiichi Ohno, mentor do *Toyota Production System*, mas a primeira abordagem foi desenvolvida por Rother e Shook (1998), com o seu trabalho *Learning to See*. Neste livro, os autores desenvolveram uma metodologia que analisa o fluxo de valor de uma organização, dada uma família de produtos. A obra destes autores foi a mais popular alguma vez desenvolvida sobre este assunto.

Hines e Rich (1997) descrevem um conjunto de sete ferramentas que, quando usadas em conjunto, produzem uma efectiva metodologia de trabalho na identificação e eliminação de desperdícios. O artigo discute os problemas que as ferramentas existentes na altura tinham para a análise de cadeias de fluxo de valor. O problema dessas ferramentas era o facto de cada uma delas por si só ser demasiado limitada e de difícil conjugação quando usadas umas com as outras, não atingindo assim o intuito de fornecer uma vista coerente do fluxo de valor. As sete ferramentas descritas por Hines e Rich (1997), são:

- *Mapeamento de Actividades do Processo;*
- *Matriz de Resposta da Cadeia de Abastecimento;*
- *Funil Variado de Produção;*
- *Mapeamento do Filtro de Qualidade;*
- *Mapeamento Amplificado da Procura;*
- *Análise do Ponto de Decisão;*
- *Estrutura Física.*

Um ano depois, Hines *et al.* (1998) descrevem e discutem as vantagens e desvantagens de uma técnica chamada *Value Stream Analysis Tool* – Ferramenta de Análise do Fluxo de Valor – sendo esta técnica em tudo semelhante a outra, a *Quality Function Deployment (QFD)* usada no desenvolvimento de produtos.

No artigo de Brunt (2000), é descrito o mapeamento do estado actual e estado futuro e como estes podem ajudar a implementar as melhorias da filosofia *Lean Management*. É um artigo muito bom, nomeadamente no que diz respeito à descrição da aplicação do mapeamento do estado actual. As etapas são detalhadas com bastante cuidado e rigor. Depois passa à descrição do mapeamento do estado futuro onde estão patentes as orientações de Rother e Shook (1998). Na parte final é apresentada um pequeno caso de estudo, onde os dois mapas são aplicados e explicados com detalhe. Este artigo apenas peca pela desconsideração dada à primeira fase da elaboração do VSM, a identificação e selecção da família de produtos.

Uma desvantagem do VSM identificada ao longo do tempo foi a sua inoperância para detalhar de forma dinâmica o comportamento de um processo produtivo. Os mapas do estado actual e do estado futuro são estáticos, representando o fluxo de valor em determinada altura mediante certas condições. Esta limitação empurrou o VSM para a área da simulação.

A simulação consiste essencialmente na construção de um modelo de um sistema real, com o objectivo de compreender o comportamento desse sistema e/ou avaliar estratégias para a sua operação e para uma possível melhoria do seu desempenho (Banks, 1998). Assim, torna-se possível através da condução de experiências gerar novos cenários e apoiar o processo da tomada de decisão. Os modelos de simulação revelam-se, por estes motivos, muito úteis e têm portanto aplicação em várias áreas, desde o projecto e análise de sistemas de produção, a redes de comunicação, sistemas de transportes, bancos, determinação de políticas de encomendas, etc. Os avanços na área da informática, com modernos equipamentos e novas linguagens de programação e de simulação, têm permitido utilizar a técnica de simulação nas diversas áreas do conhecimento humano e indo cada vez mais longe.

Neste sentido, não tardou que alguns autores aplicassem algumas ferramentas desta área, e tentassem suprir a lacuna identificada do VSM.

McDonald *et al.* (2002) aplicaram o VSM a uma linha de produção de motores nos Estados Unidos usando a simulação como apoio à obtenção de outras respostas, que a visão estática do VSM não consegue dar. As suas conclusões foram que, de facto, a simulação pode ser considerada um bom auxílio no uso do VSM, mas não em todas as situações. Apenas se justifica em situações em que o fluxo produtivo não seja sempre homogéneo e que detenha processos com tempos de *chang-over* variados. A simulação consegue fornecer mais alguma informação que o tradicional VSM. Os autores deixam a indicação de que é uma área com uma margem de desenvolvimento muito grande, uma vez que as aplicações de simulação desenvolvidas ainda não contemplam o VSM e, como tal, a linguagem deste último ainda não se encontra incorporada ou adaptada a essas aplicações, dificultando o desenvolvimento de modelos de simulação.

Uma outra abordagem a esta problemática foi dada por Lian e Landeghem (2007). Primeiro descrevem aquilo que identificaram como *Value Stream Mapping Paradigm* – Paradigma do Mapeamento do Fluxo de Valor – e como pode ser usado na área da simulação. De seguida, baseando-se nesse paradigma apresentam um método formal de modelação que conduz a um modelo gerador que automaticamente produz um modelo de simulação do mapeamento do fluxo de valor. Assim, esse modelo gerador poderá criar modelos de simulação do estado actual do processo produtivo e possíveis cenários do estado futuro, de forma rápida e automática. Esta demonstração é acompanhada com a aplicação a um caso de estudo real. É um artigo muito bem conseguido mas que para a sua total compreensão alguns conhecimentos de simulação são requeridos. A grande vantagem desta aplicação é que, após ser criado o modelo gerador que produzirá um modelo de simulação do mapeamento do estado actual, a criação de múltiplos cenários do estado futuro é simples e complementada com muita informação fornecida automaticamente pelo simulador.

Não foi apenas a simulação onde o VSM teve abordagens de desenvolvimento e melhorias. King (2004) examina as várias técnicas de *Value Stream Mapping* desenvolvidas e serve-se de um conjunto de questões nucleares como ponto de partida para o desenvolvimento de um VSM que ele denominou *Hybrid Value Stream Mapping* – Mapeamento de Fluxo de Valor Híbrido. Esta técnica é depois aplicada e sua análise efectuada a um caso de aplicação real.

Esta tentativa de melhorar e desenvolver o “tradicional” VSM não era inédita. Womack e Jones (2002) apresentam uma extensão do VSM. Neste trabalho, os autores, não complementam apenas o trabalho desenvolvido por Rother e Shook (1998), mas sim a extensão da técnica por eles proposta, criando novos ícones para representar as actividades desempenhadas entre fornecedores e clientes, principalmente aquelas relacionadas ao fluxo de materiais e informações. Essa nova ferramenta foi denominada de *Extended Value Stream Mapping* (EVSM) – Extensão do Mapeamento do Fluxo de Valor. O conceito da sua predecessora é o mesmo para esta ferramenta, mapeamento “porta-a-porta”. Esta ferramenta é usada quando se quer mapear a um nível mais elevado a cadeia de abastecimentos ilustrando a produção e fluxos de informação. Muitas das ferramentas desenvolvidas por Hines e Rich (1997) são aqui conjugadas com o VSM tradicional e aplicadas de forma a produzir uma extensão do VSM.

Um dos últimos desenvolvimentos proporcionados ao VSM é apresentado por Braglia *et al.*, (2006). Neste artigo é desenvolvida uma nova ferramenta para aplicar o *Value Stream Mapping* em produtos com uma *Bill of Materials*⁶ (BOM) complexa. Para empresas em que as suas produções sejam de grande variedade e pouco volume, significando que muitos fluxos de valor são compostos por milhares de peças e produtos, o VSM é limitado uma vez que só abarca uma família de produtos de cada vez e torna-se ineficiente quando o processo produtivo de uma fábrica é composta por múltiplas linhas produtivas convergindo numa só. É o que vulgarmente sucede em produtos que contenham uma BOM complexa. A nova ferramenta desenvolvida é denominada como *Improved Value Stream Mapping*, (IVSM) – Mapeamento de Fluxo de Valor Melhorado. É baseada num procedimento recursivo e integra a técnica clássica do VSM com outras técnicas derivadas da Engenharia Industrial. O conceito base desta ferramenta é a execução de uma análise preliminar para identificar o caminho crítico de produção mais longo usando a *Temporized Bill of Materials*⁷. Assim que o caminho crítico seja identificado, possíveis oportunidades de melhoria são procuradas. Identificadas e implementadas as oportunidades de melhoria, o fluxo de valor é iterado novamente e é identificado novo caminho crítico, e assim sucessivamente.

⁶ *Bill of Materials*, que quer dizer lista de materiais, refere-se aos elementos que são necessários consumir ou transformar para a finalização de um produto acabado ou semi-acabado.

⁷ *Temporized Bill of Materials* é uma representação gráfica das operações de determinado processo bem como o tempo dessas mesmas operações.

Capítulo III

Desenvolvimento do Projecto

- ✓ *Descrição do Caso de Estudo*
- ✓ *Aplicação do VSM*
 - Mapeamento do Estado Actual: Soldadura
 - Mapeamento do Estado Actual: Pintura
 - Mapeamento do Estado Actual: Montagem Final
 - Mapeamento do Estado Actual: Geral – Toyota 1
 - Mapeamento do Estado Futuro

III.1 – Descrição do Caso de Estudo

A empresa Toyota Caetano Portugal, S.A. possui dois módulos fabris: na Fábrica 1 são montadas as viaturas da marca Toyota, viaturas comerciais ligeiras Dyna e Hiace. A capacidade máxima da unidade está estimada em 60 viaturas por dia, produzindo-se actualmente 26 viaturas (23 Dyna e 3 Hiace); a Fábrica 2 monta miniautocarros (Optimo) e procede a transformações a viaturas Toyota.

O módulo fabril alvo de estudo será a Fábrica 1 – Processo Produtivo Toyota 1.

A fase de mudanças que a empresa tem sofrido provocou alguns efeitos adversos na mesma. Um dos quais, foi o descuido de um sector que foi sempre muito importante: Tempos e Métodos. Esse descuido deveu-se muito provavelmente a um período mais complicado onde o nível de vendas era baixo e de um momento para o outro viu-se a crescer inesperadamente. A falta de apoio deste sector sentiu-se de imediato uma vez que a produção sentiu muitas dificuldades para cumprir com o inesperado aumento na procura. Sentiu-se então a necessidade de voltar a dar a devida importância a este sector. Paralelamente, a administração recrutou um elemento para analisar o estado actual do processo produtivo (o autor deste relatório).

A escolha recaiu sobre o VSM devido à sua inclusão explícita de ambos os fluxos materiais e informativos do processo produtivo, o que permite uma representação de meios alternativos aos sistemas de controlo de produção, acrescida da mais-valia da sua focalização na eliminação de desperdícios sempre com “os olhos postos no futuro”. É uma ferramenta que analisa o estado actual e ajuda a desenhar e definir um estado futuro para o processo produtivo.

O processo produtivo da Fábrica 1 (Toyota 1) está dividido em três grandes sectores: Soldadura (*Welding*), Pintura (*Painting*) e Montagem Final (*Final Assembly*). Estes sectores serão explicados ao longo deste capítulo.

III.2 – Aplicação do VSM

O “passo 0” do *Value Stream Mapping* passa por definir uma equipa de trabalho. Neste projecto, a equipa de trabalho é constituída apenas por uma pessoa, o autor do mesmo. Dada a dimensão da tarefa, esta não era de todo possível senão existisse apoio. O apoio foi prestado pelos elementos do sector Tempos e Métodos que deste modo tentaram suprir a falta de experiência e conhecimento inicial no processo produtivo.

O primeiro degrau da escada do VSM consiste na definição da família de produtos a analisar. A família de produtos de cada um dos modelos de viaturas é ilustrada na figura 3.

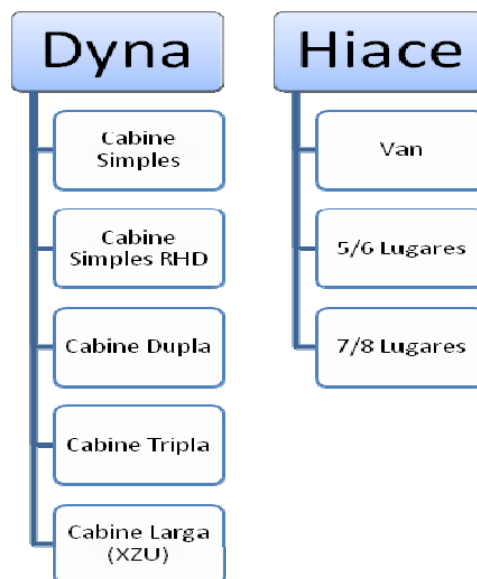


Figura 3 - Família de Produtos Dyna e Hiace

Dentro de cada uma destas famílias existe uma panóplia de versões que tem a ver com as exigências do cliente e especificações do próprio produto: cor da viatura, possuir ou não ar condicionado, tamanho do chassis, vidros eléctricos, etc.

Era intenção da administração que fossem analisados ambos os modelos, Dyna e Hiace. Foram dois os critérios usados para a escolha da família de produtos: para o modelo Dyna decidiu-se por escolher aquele que tivesse maior procura por parte dos clientes e, aquele que ao longo do processo produtivo tivesse um cenário mais desfavorável, isto é, aquele tivesse maior tempo de operações ao longo do processo produtivo. Para o modelo Hiace, devido à sua baixa procura, apenas se escolheu uma família de produtos, baseado no cenário do processo mais desfavorável.

Pela experiência do sector de Tempos e Métodos, dados os critérios apresentados, a escolha era evidente. Para a família de produtos Dyna, tendo em conta o primeiro critério seria a Dyna Cabine Simples, e em relação ao segundo critério a Dyna Cabine Dupla. Quanto ao modelo Hiace, a escolha passaria pela Hiace 8/9 Lugares. Não obstante, decidiu-se também consultar o Planeamento a fim de recolher informação sobre o critério relativo à procura dos clientes. A informação recolhida e processada confirma a anterior, sendo apresentada na figura 4.

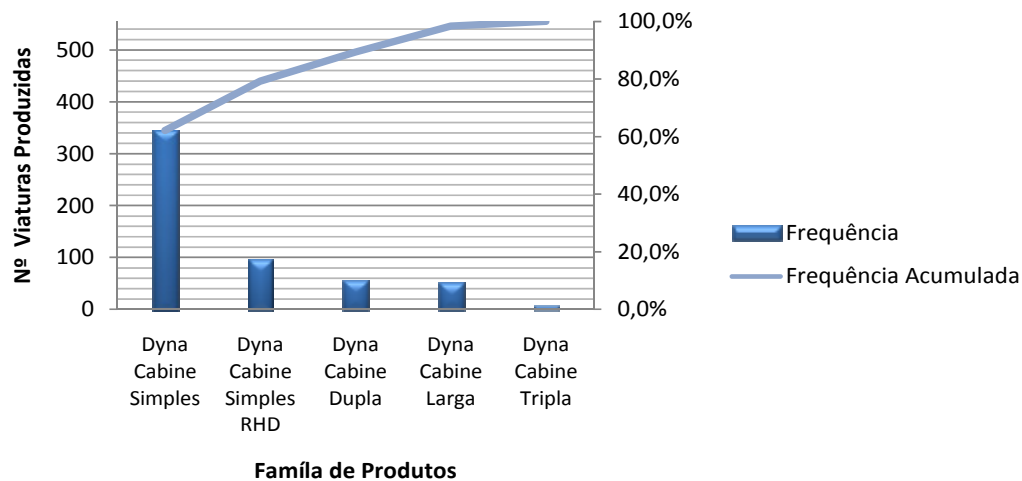


Figura 4 - Frequência de Produção Dyna [Março e Abril 2008]

Seleccionada a família de produtos, deve-se proceder ao desenho do estado actual do processo produtivo. Dividiu-se esta parte em quatro fases: as primeiras contemplavam, respectivamente, o desenho do estado actual da soldadura, pintura e montagem final. A última fase, o desenho do estado actual de todo o processo. A recolha de dados foi *in loco*. Desenvolveu-se um suporte ⁸em papel e informático em que se descreve com pormenor cada processo.

⁸ Um exemplo deste tipo de documento é apresentado no Anexo A

III.2.1 – Mapeamento do Estado Actual: Soldadura

Este sector é dividido da seguinte forma:

- Abertura do material *CKD*;
- Linha de Cabines;
- Linha de Rebitagem.

O ciclo de produção das unidades Hiace e Dyna inicia-se pela abertura do material *CKD* (*Completed Knocked Down*) ou seja, material fornecido em peças pela Toyota, do Japão, como ilustra a figura 5. Toda a chaparia que irá formar a carcaça, vem já estampada de origem, em lotes de 5 unidades, sendo o transporte feito por via marítima. Também os componentes e peças que formarão os *chassis* têm a mesma origem e são agrupados no mesmo tamanho de lote. A ordem para início de montagem das unidades é dada pelo Planeamento, começando-se por fazer a selecção do material necessário ao fabrico, para posterior abastecimento aos postos da linha de soldadura e rebitagem.



Abertura *CKD* Hiace



Armazenamento *CKD* Hiace

Figura 5 - *CKD* Hiace

As linhas de Soldadura das cabines são constituídas por uma série de postos, começando pelas pré-montagens até à finalização da viatura, utilizando ferramentas de trabalho denominadas *jig's*, que posicionam devidamente as diversas peças que constituem a carcaça. A linha pode ser dividida em quatro fases:

- **Small Parts**: diversos postos constituídos por pequenos *jig's* que executam pré-montagens em certas peças que são, posteriormente, direccionadas para os postos seguintes, manualmente;
- **Under Body's**: constituído por dois *jig's* onde se realiza a montagem do fundo da carroçaria. De notar que a passagem do fundo da carroçaria para os *Main Body's* é feito por um diferencial;
- **Main Body's**: constituído por *jig's* (principais) que são responsáveis pelo processo de montagem do “corpo” da carroçaria (cabine).

□ **Metal-Finish:** As unidades passam o Bate-Chapas (*Metal Finish*) em transportadores próprios onde a viatura é analisada, sendo os defeitos de chapa corrigidos, se os houver. Nesta secção são, também, montadas as portas das viaturas, como ilustra a figura 6. Após esta fase, as viaturas estão prontas a entrar em pintura.

Nas primeiras três fases, ambos os modelos Dyna e Hiace seguem em linhas de produção diferentes, convergindo só depois numa só fase, *Metal Finish*.



Figura 6 - Linha de Cabines (*Metal Finish*)

Todo o trabalho executado está perfeitamente definido mediante a utilização de Gamas⁹ ou Manuais de Montagem. A soldadura é feita por pontos, ou seja, não há adição de material, como na soldadura semi-automática, ou oxiacetilénica, mas sim pelo calor gerado entre as chapas a soldar, quando se faz passar por entre elas uma corrente eléctrica elevada.

A linha de Rebitagem de *chassis* é bastante mais curta. Após a abertura do CKD existe uma primeira fase de pré-montagens de travessas e logo de seguida, dois postos onde processam toda a rebitagem de *chassis*.

Para se proceder ao levantamento do mapa do estado actual é necessária uma recolha de dados que abranja todo o tipo de informação que nos será importante para a evolução para o estado futuro. A informação requerida foi a seguinte: tempos de ciclo por processo, tempo de valor acrescentado, operadores e tamanho do lote de produção. Toda esta recolha de dados foi obtida através de observação directa. Os tempos de ciclo e valor acrescentado, operação a operação, foram cronometrados e registados. As tabelas 1, 2 e 3 resumizam essa recolha de dados. Os campos das tabelas indicam o tempo por posto¹⁰, tempo de operações por posto ou processo, o valor acrescentado (VA) e os operadores afectados a cada posto de trabalho.

Tabela 1 - Resumo de Tempos Soldadura - Linha de Chassis 251 Cabines Simples e Dupla

Família de Produtos		S/C				D/C			
Posto	Designação	T. Posto (min)	T. Operaç. (min)	VA (min)	Operador	T. Posto (min)	T. Operaç. (min)	VA (min)	Operador
	Abertura CKD	18,30	18,30	0,00	N	18,45	18,45	0,00	N
070 1	PM Travessas + Posto 1	15,42	47,42	11,22	O, P, Q	16,46	48,79	11,50	O, P, Q
070 2	Posto 2	19,25	48,42	10,84	R, S, T	20,00	50,20	11,38	R, S, T

⁹ Um exemplo de um Gama de Montagem é apresentado no Anexo B.

¹⁰ Tempo de ciclo efectivo, isto é, tempo de ciclo que a viatura demora em cada posto, em cada processo.

Tabela 2 - Resumo de Tempos Soldadura - Linha Cabines Dyna Simples e Dupla

Família de Produtos		S/C				D/C			
Posto	Designação	T. Posto (min)	T. Operaç. (min)	VA (min)	Operador	T. Posto (min)	T. Operaç. (min)	VA (min)	Operador
	Abertura CKD	23,20	46,40	0,00	A, B	28,60	57,20	0,00	A, B
080 A	Furações	4,45	4,45	1,03	C	11,33	11,33	2,76	C
080 B	Fêmeas	10,47	10,47	2,33	C	8,88	8,88	2,03	C
080 C	Suportes	4,33	4,33	0,27	C	3,58	3,58	0,57	C
080 D	Sub-jig trav Fr	1,92	1,92	0,27	D	2,08	2,08	0,27	D
080 E	Sub-jig long RH	2,59	2,59	0,38	D	2,83	2,83	0,38	D
080 F	Sub-jig Long LH	2,99	2,99	0,55	D	3,25	3,25	0,55	D
080 H	Sub-jig Tejadilho	2,25	2,25	0,57	F	-	-	-	-
080 I	Sub-jig Trav Tr	2,52	2,52	0,50	D	2,33	2,33	0,82	D
080 L	Sub-jig Fundo Fr	4,17	4,17	1,12	D	4,17	4,17	1,12	D
080 1	Under Body	18,00	18,00	3,27	D, E	22,66	22,66	3,65	D, E
080 2	Adicional UB	6,92	6,92	1,67	E	9,58	9,58	2,17	H
080 3	Main Body	10,15	18,23	2,75	F, G	15,07	30,14	3,80	F, G, H
080 4	Adicional MB	10,52	17,10	3,12	F, G	11,83	18,81	7,16	F, G
080 7	Bate-Chapas P1	10,58	30,66	4,20	I, J, M	16,33	38,83	6,27	I, J, M
080 8	Bate-Chapas P2	7,33	14,66	0,00	K, L	17,39	40,17	4,50	K, L, M
P2	Inspecção	13,59	13,59	0,00	T	17,88	17,88	0,00	T

Tabela 3 - Resumo Tempos Soldadura - Linha Cabines Hiace 8/9 Lugares

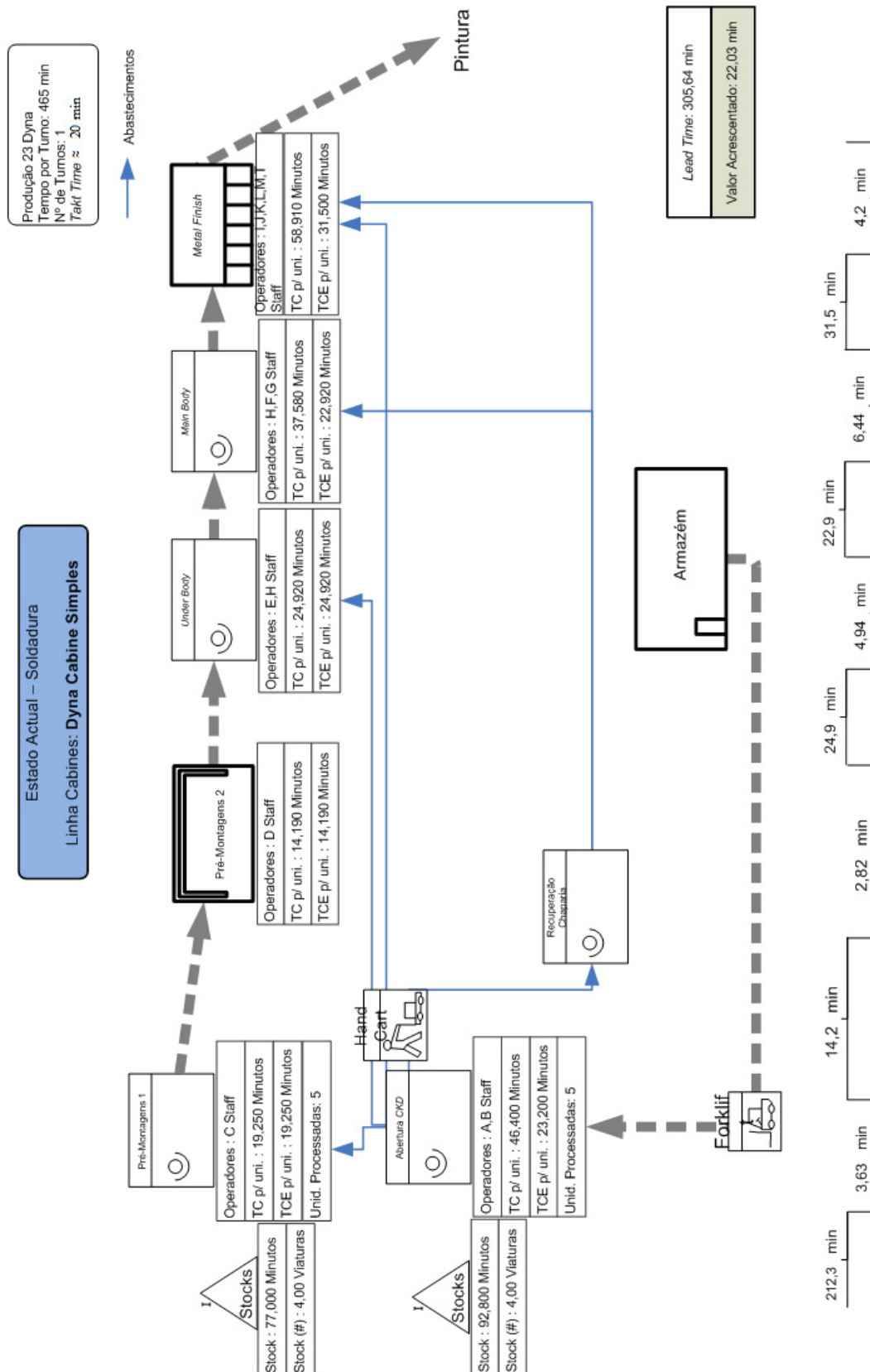
Família de Produtos		8/9 Lugares			
Posto	Designação	T. Posto (min)	T. Operaç. (min)	VA (min)	Operador
	Abertura CKD	92,00	92,00	0,00	N
080 A	Furações	15,15	15,15	3,40	O
080 B	Fêmeas	20,10	20,10	2,63	O
080 C	Parafusos e Pernos	11,83	11,83	2,40	P
080 D	1ª Pré-Montagens	94,50	94,50	31,73	Q
080 E	Sub-jig Compart. Motor	9,92	9,92	0,92	P
080 F	Sub-jig Acab. Comp. Motor	11,67	11,67	1,25	P
080 G	Sub-jig S/A Radiator	2,00	2,00	0,27	R
080 H	Sub-jig Fundo FR	11,33	11,33	1,43	P
080 I	Sub-jig Fender Inner RH	2,83	2,83	0,33	R
080 J	Sub-jig Fender Inner LH	2,67	2,67	0,30	R
080 L	Sub-jig Comp. Motor + Fundo FR	22,50	22,50	1,77	P
080 M	Sub-jig Acab. Comp. Motor + Fundo FR	5,08	5,08	1,47	P
080 N	Sub-Jig Espinhaço	14,67	14,67	2,55	S
080 O	Sub-Jig Long. RH	8,33	8,33	1,78	R
080 P	Sub-Jig Long. LH	8,83	8,83	1,88	R
080 Q	Sub-jig Tejadilho	13,58	13,58	1,73	S
080 1	Under Body I	48,08	48,08	10,12	S
080 2	Under Body II	49,42	49,42	12,42	R
080 3	Under Body III	27,92	27,92	5,35	O, R
080 4	Main Body	17,25	34,17	4,62	O, P
080 5	Adicional Main Body	16,67	32,84	12,57	O, P
080 7	Bate-Chapas P1	23,58	48,50	9,30	I, J, M
080 8	Bate-Chapas P2	19,17	41,67	6,00	K, L, M
P2	Inspecção	20,57	20,57	0,00	T

A informação que falta a estas tabelas diz respeito ao tamanho dos lotes de produção. À excepção dos postos de pré-montagens, todos os processos transformam os seus produtos unidade a unidade. Mas de cinco em cinco unidades, a família de produtos, repete-se impreterivelmente. Deste modo o tamanho do lote é de cinco unidades. Esta situação está intrinsecamente ligada ao modo como o material de *CKD* é processado a nível de logística interna. Após fornecimento, o material de *CKD* é armazenado e abastecido às linhas de produção, tal e qual vem do fornecedor. Ora, uma vez que o fornecedor abastece em lotes de cinco unidades de produtos pertencentes à mesma família, facilmente se entende o porquê do tamanho do lote de produção.

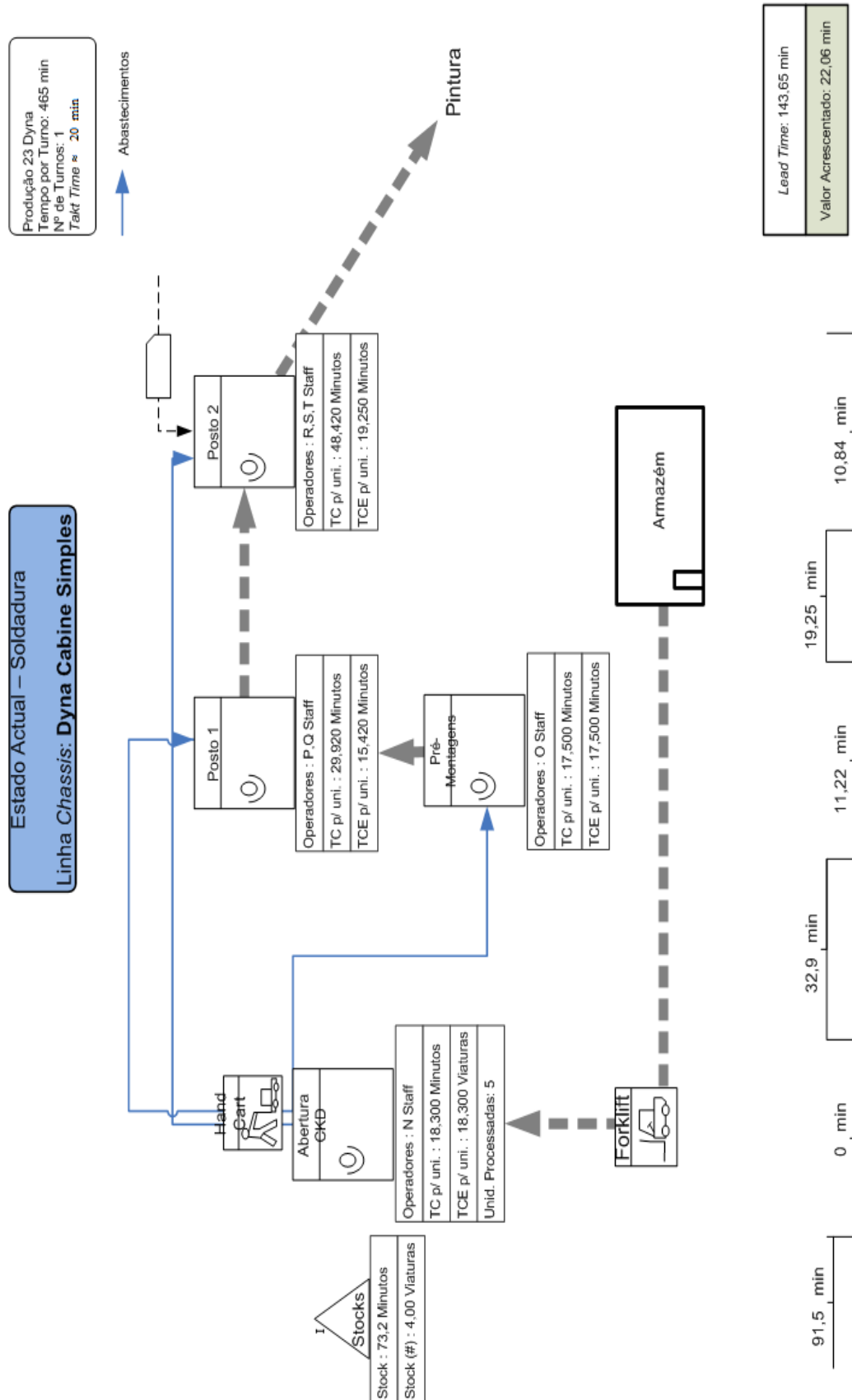
Recolhida a informação, procede-se ao mapeamento do fluxo de valor. O mapeamento da soldadura pode ser feito em duas fases: estado actual da linha de soldadura de cabines (Hiace e Dyna) e linha de rebitagem de *chassis*. O *chassis* do modelo Hiace não é rebitado, mas sim soldado directamente ao fundo da cabine, não passando portanto pela linha de rebitagem.

Os mapas a seguir apresentados representam o estado actual da soldadura para a linha de cabines, de *chassis* e metal *finish* para as famílias de produto em estudo. A apresentação destes mapas foi realizada através de duas aplicações informáticas: Microsoft Visio e SigmaFlow VSM.

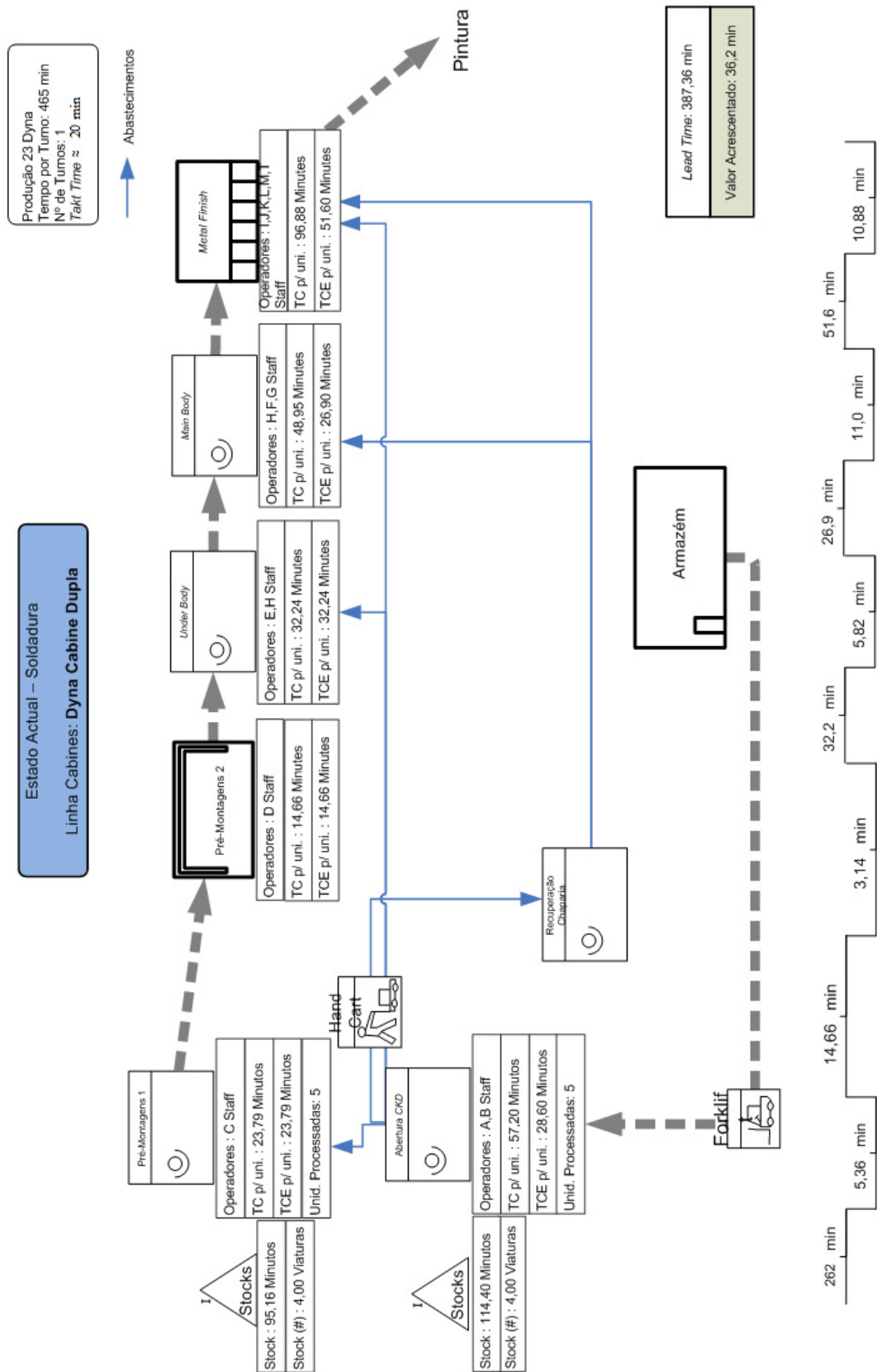
Os mapas 3 e 4 referem-se à família das Dyna Simples para a linha de cabines e *chassis*, respectivamente. Os mapas 5 e 6 analogamente para a família de produtos da Dyna Cabines Dupla, e por fim o mapa 7 diz respeito à Hiace 8/9 Lugares.



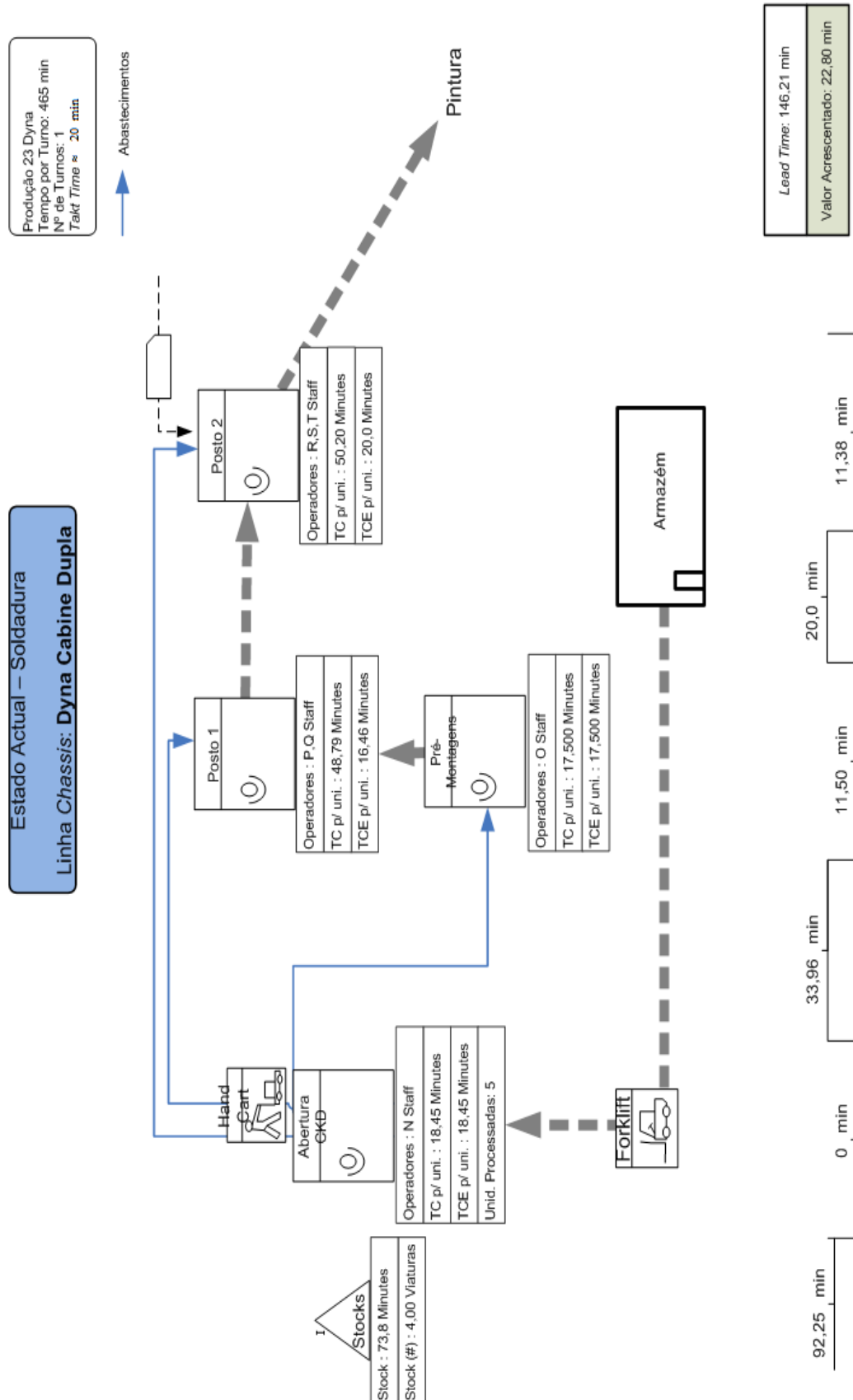
Mapa 3 - Estado Actual Soldadura Linha Cabines: Cabine Simples



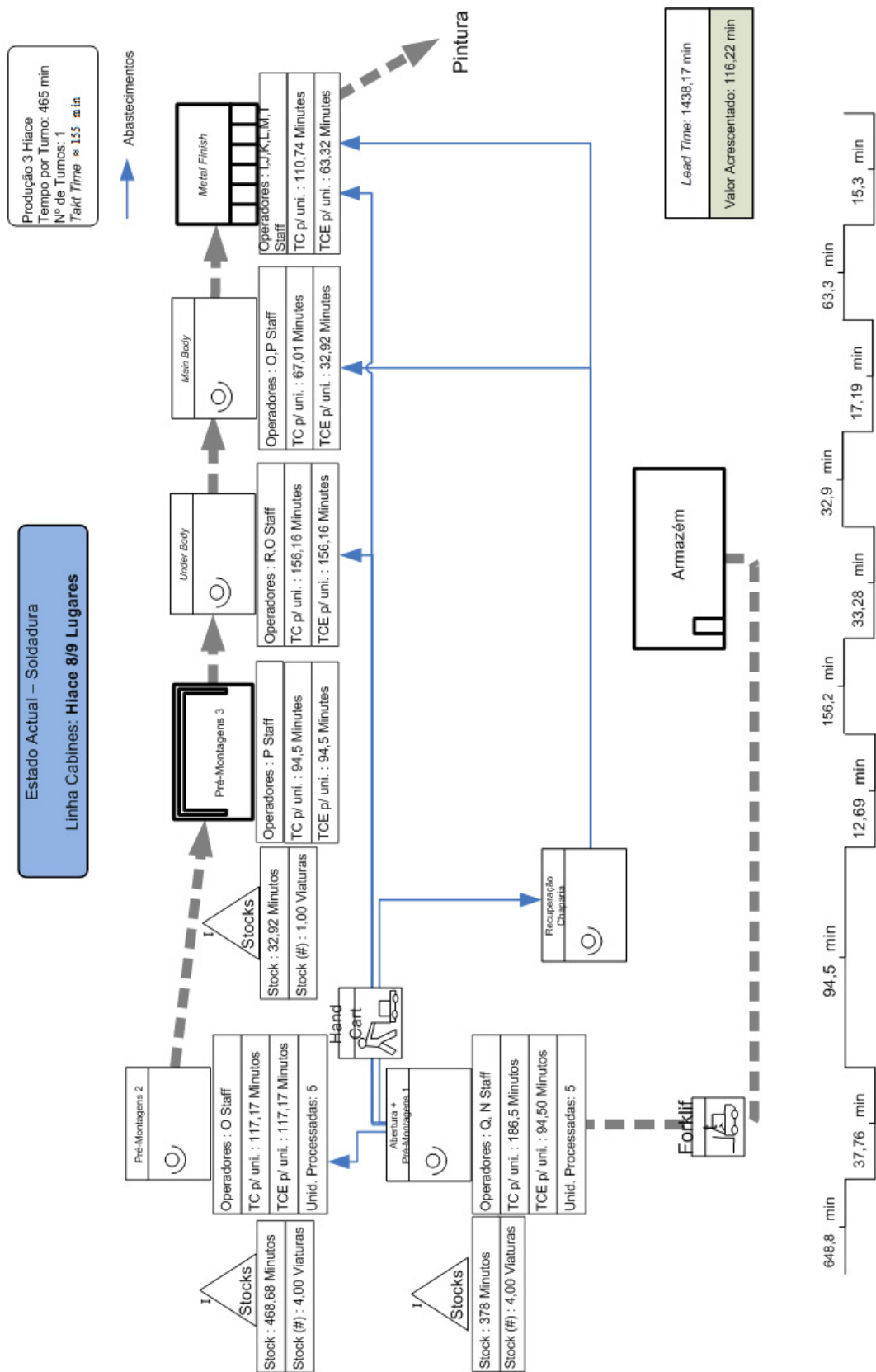
Mapa 4 - Estado Actual Soldadura Linha Chassis: Cabine Simples



Mapa 5 - Estado Actual Soldadura Linha Cabines: Cabine Dupla



Mapa 6 - Estado Actual Soldadura Linha Chassis: Cabine Dupla



Mapa 7 - Estado Actual Soldadura Linha Cabines: Hiace 8/9 Lugares

O processamento da família de produtos da Dyna Cabine Simples e Dyna Cabine Dupla são exactamente iguais, diferindo apenas nos tempos de ciclo dos processos.

O primeiro e segundo processo destes mapas contemplam a abertura de *CKD* e o posto Pré-Montagens de Furações, Fêmeas e Suportes. Estes são processados com um lote de 5 unidades em avanço tendo como consequência a criação de stocks. Segue-se os processos das restantes pré-montagens (uma célula de trabalho que aglomera um pequeno conjunto de processos), *under body*, *main body* e *metal finish*. Este último é identificado como processo partilhado, isto devido à da convergência das linhas das Dyna e Hiace neste processo.

Na Soldadura, linha de cabines, a família de produtos da Cabine Simples tem um *Lead Time* de 305,64 minutos (onde 169,8 minutos são de perdas de tempos em inventário e os restantes correspondem a tempos de processamento) somando 22,03 minutos de valor acrescentado. Para a família de produtos da Cabine Dupla, o *Lead Time* é de 387,36 minutos (dos quais 209,56 minutos são de stocks e os restantes de processamento) contabilizando 36,2 minutos de valor acrescentado.

Destes valores é notório o peso significativo que as unidades produzidas em avanço têm no *Lead Time*, mais de 50%. O WIP¹¹ – *work in progress*, na linha de cabines é de 15 unidades, 3 lotes. Um lote em cada um dos dois primeiros processos (abertura e primeiras pré-montagens), três unidades nos seguintes três processos e mais duas unidades em cada um dos postos de *metal finish*.

A linha de *chassis* é processada de maneira idêntica. Um lote é aberto em avanço e o Posto 1 e Posto 2 “transformam” um *chassis* em cada posto. O WIP é portanto de 7 unidades. O *Lead Time* do *Chassis* 251 para a Cabine Simples é de 143,65 minutos (com 73,2 minutos de inventários) e 22,06 minutos de valor acrescentado. O mesmo modelo de *chassis* para a Cabine Dupla leva um *Lead Time* de 146,1 minutos (73,8 minutos de stocks) dos quais 22,80 minutos de valor acrescentado.

A família de produtos Hiace 8/9 Lugares tem um *Lead Time* de 1438,17 minutos. O primeiro processo do mapa representa a abertura de *CKD* e primeiras pré-montagens que são feitas em simultâneo. O processo seguinte representa as pré-montagens de furações e fêmeas. Ambos estes processos utilizam stocks em avanço. Este último possui um tempo de ciclo por unidade de 32,5 minutos mas o tempo de ciclo efectivo é 117,17 minutos, situações de interrupções no processo motivadas pelo uso do único recurso em processos a montante. O processo seguinte, novamente uma célula de trabalho, engloba as pré-montagens de compartimento do motor, *fender inner*, fundo, etc. Os processos seguintes, *under body*, *main body* e *metal finish* (processo partilhado pelas razões já referidas anteriormente), completam o mapeamento do estado actual da linha de cabines para a Hiace.

A procura do modelo Hiace é apenas de três unidades por dia. Do *Lead Time* de 1438,7 minutos, apenas 558,57 são de processamento e destes, somente 116,22 minutos de valor acrescentado.

¹¹ Produto que ainda não foi terminado, ou ainda em processamento e que a organização já incorreu em investimentos sobre o mesmo. WIP indica qualquer bem ou produto que ainda não pode ser considerada como bem ou produto acabado.

Os tempos de ciclo que originam o *Lead Time* de cada família de produtos correspondem aos tempos de operações necessários para processar cada viatura, acrescentem ou não valor, o tempo de valor acrescentado é aquela parcela do tempo de ciclo, que efectivamente, na perspectiva do cliente, acrescenta valor ao processo, isto é, é por essa parcela que o cliente está disposto a pagar para usufruir do produto.

A tabela 4 sintetiza os *Lead Time* de cada família de produtos do estado actual da soldadura e identifica a percentagem de tempo de valor acrescentado e inventários em relação ao *Lead Time*.

Tabela 4 - Resumo do *Lead Time* do Estado Actual Soldadura

<i>Estado Actual Soldadura</i>				
Linha	Família de Produtos	<i>Lead Time</i> (min)	Inventários	Valor Acrescentado
Cabines	Dyna Cabine Simples	305,64	55,56%	7,21%
<i>Chassis</i>		143,65	50,96%	15,36%
Cabines	Dyna Cabine Dupla	387,36	54,10%	9,35%
<i>Chassis</i>		146,21	50,48%	15,59%
Cabines	Hiace 8/9 Lugares	1438,17	61,15%	8,08%

III.2.2 – Mapeamento do Estado Actual: Pintura

Depois das cabines soldadas e os chassis rebitados, estes seguem para a Pintura. A secção da Pintura é bastante complexa, enquadrando várias fases. Toda esta secção é constituída por um único fluxo produtivo. É portanto uma linha mista que alberga todas as famílias de produto. O esquema utilizado para pintura nas carroçarias das viaturas é caracterizado pelas seguintes fases principais:

- **Aspiração, Limpeza e Pré-Lavagem:** Este postos têm como principal finalidade retirar o maior número de impurezas, sujidade e gordura proveniente da soldadura. São os primeiros postos da secção de pintura.
- **Pré-tratamento da Chapa:** Neste posto executa-se o tratamento da chapa. O tratamento químico da chapa tem como principal objectivo preparar a sua superfície para a aplicação dos revestimentos posteriores, simultaneamente este tratamento também contribui para uma melhor protecção contra a corrosão. Este tratamento é feito por imersão em 6 tanques sequenciais, como ilustra a figura 7: Desengorduramento, Lavagem 1, Activação, Fosfatação, Lavagem 2 e Lavagem 3.

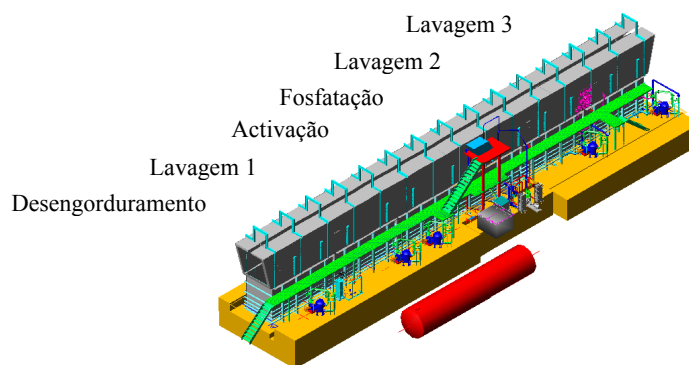


Figura 7 - Visualização 3D dos Tanques de Pré-Tratamento

- **Pintura por Electrodposição (ED):** Após o pré-tratamento da chapa as carroçarias são direccionadas por um diferencial para o posto de Pintura por Electrodposição.

Consiste na deposição, por acção da corrente eléctrica, de um revestimento de primário orgânico sobre a chapa (cor Preta). Este tipo de pintura tem como objectivo primordial fornecer uma elevada protecção contra a corrosão da chapa.

Após a saída deste posto as carroçarias são sujeitas a uma pequena lavagem e aspiração (prevenção de escorridos), seguindo-se posteriormente através de corrente para a estufa de ED (a velocidade da corrente foi calculada de modo a que o tempo mínimo de exposição seja de 20 minutos a 160 °C).

É importante salientar que o tratamento da chapa e a pintura por ED é efectuada, não só, nas carroçarias como em diversas peças mais ou menos sensíveis à corrosão (exemplo: chassis, peças de montagem).

□ **Lixagem do ED:** Realizada para eliminação de defeitos que sejam detectados na película de ED. Esta operação é executada em todas as carroçarias pintadas com ED.

□ **Aplicação de Vedantes e PVC:** Estes produtos são aplicados, respectivamente, nas juntas da chapa e nas zonas inferiores da carroçaria, com a finalidade de assegurar a sua estanquicidade e insonorização. No entanto são, primeiramente, aplicados os vedantes que serão sujeitos a uma secagem, seguindo-se então a aplicação de PVC nas zonas inferiores das carroçarias. A figura 8 ilustra a entrada das cabines na linha de vedantes:



Figura 8 - Entrada Linha de Vedantes

□ **Pintura de Primário:** A aplicação do primário é feita à pistola, na cabina de pintura. Esta operação é posteriormente complementada com um período de estufagem, para secagem e endurecimento. A principal finalidade da pintura de primário nas carroçarias das viaturas é preparar a sua superfície para aplicação de esmalte, melhorando a sua aparência final. A figura 9 ilustra as cabines após aplicação do primário:



Figura 9 - Saída de Aplicação de Primário

□ **Lixagem do Primário:** Realizada para eliminação de defeitos que sejam detectados na película de tinta. Esta operação, como ilustra na figura 10, é executada em todas as carroçarias pintadas com primário.



Figura 10 - Lixagem do Primário

□ **Pintura Esmalte:** Aplicada como acabamento do processo de pintura. Além da sua grande importância na aparência final das viaturas, a película de esmalte aplicada tem a função de impermeabilizar a superfície pintada, evitando a penetração de água através do seu revestimento nas carroçarias das viaturas, aplicam-se dois tipos de acabamento:

- O esmalte sólido ou liso, aplicado numa só camada;
- O esmalte metalizado, aplicado em duas camadas (base metalizada e verniz).

Tal como no caso do primário, a aplicação do esmalte é feita à pistola na cabine de pintura e é complementada por uma estufagem (exposição de, no mínimo de 22 minutos a 130°C tanto no caso do primário como no caso do esmalte), para secagem e endurecimento da tinta. Apesar de existirem duas cabines de pintura, só uma delas está em actividade, pelo que, a pintura de cabines em primário e em esmalte se processa na mesma cabine forçando esta ao dobro de ciclos que originalmente estava destinada.

□ **Rectificação da Pintura:** Após inspecção da superfície pintada das carroçarias das viaturas, para correcção de defeitos de pintura que tenham sido detectados. Neste processo recentemente ocorreu uma desmultiplicação da linha. Para o modelo Hiace foi criado um pequeno *bypass* para evitar prejudicar a fluidez da linha. A figura 11 ilustra a linha de rectificação de pintura para os modelos Dyna:



Figura 11 - Entrada Rectificação Pintura

A recolha de dados da pintura não se procedeu da mesma forma do que a soldadura. Como já foi referido aquando a explicação do sector da soldadura, existem uns documentos que definem como os componentes devem ser montados, as gamas de montagem. A pintura não possui gamas de montagem limitando à partida toda a standardização deste sector. Não existindo essas gamas, não existem também listas de operações, que definem o que cada operador deve fazer em cada posto. Assim, o registo de tempos foi feito analisando o produto em cada processo e não as operações de cada operador por viatura de cada processo. Deste modo, os tempos de família de produtos por posto correspondem automaticamente ao tempo de ciclo efectivo.

As tabelas 5, 6 e 7 resumem a recolha de dados obtida na Pintura e os mapas de 8, 9 e 10 representam o estado actual da pintura para Dyna Simples, Dupla e Hiace.

Tabela 5 - Resumo Tempos Pintura - Chassis

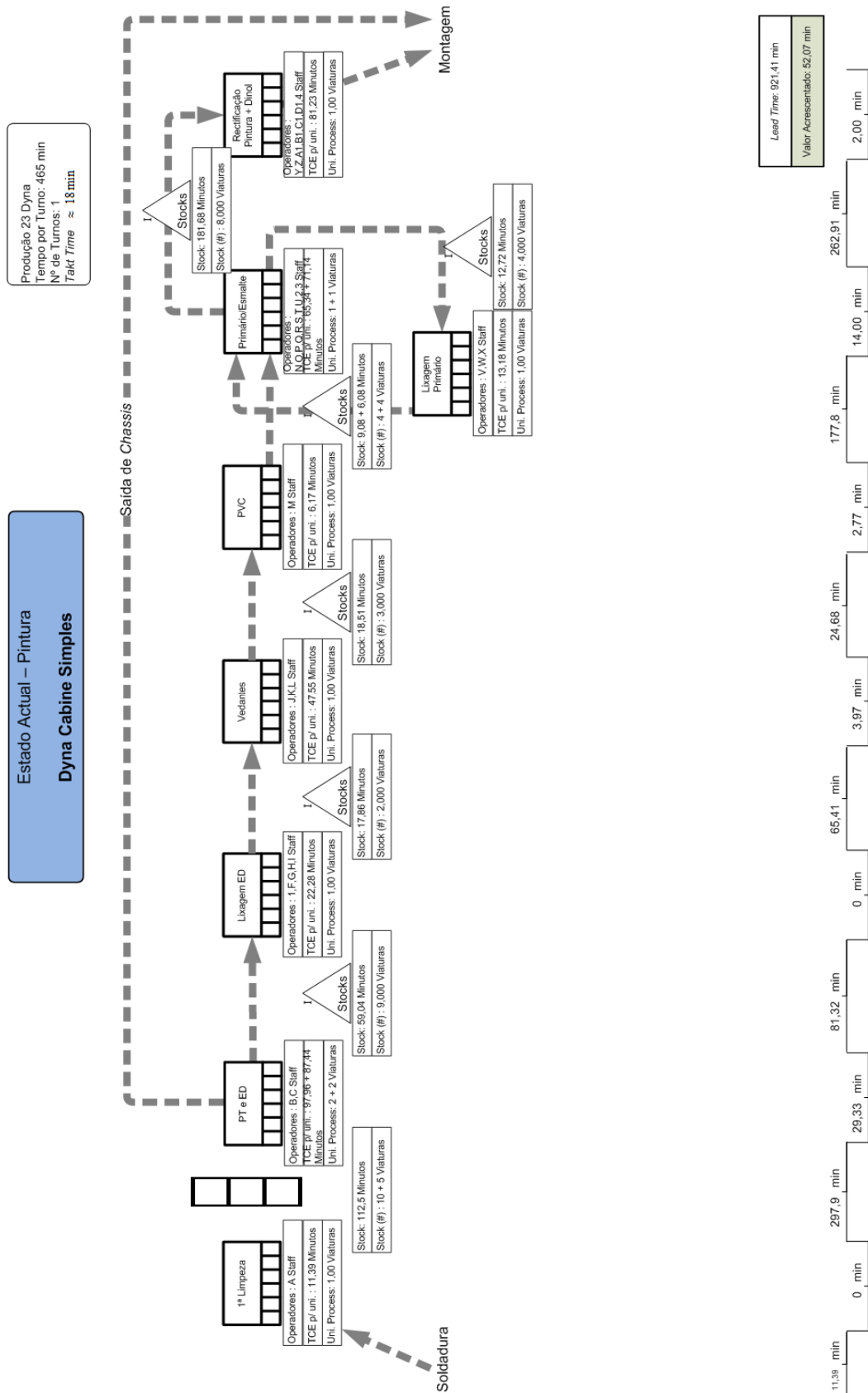
<i>Família de Produtos</i>		Chassis 251	
Posto	Designação	T. Posto (min)	VA (min)
Lavagem após 1ª Limpeza		5,00	-
Carga Pré-Tratamento		6,08	-
Pré-Tratamento		25,00	25,00
Deslocação após PT a Descarga		1,00	-
Descarga Pré-Tratamento		1,43	-
Carga ED + Lavagem Tejadilho		2,85	-
ED		4,33	4,33
Deslocação após ED a Descarga		2,00	-
Descarga ED		5,75	-
Estufa ED		32,00	30,00
Saída Estufa ED		2,00	-

Tabela 6 - Resumo Tempos Pintura - Dyna e Hiace

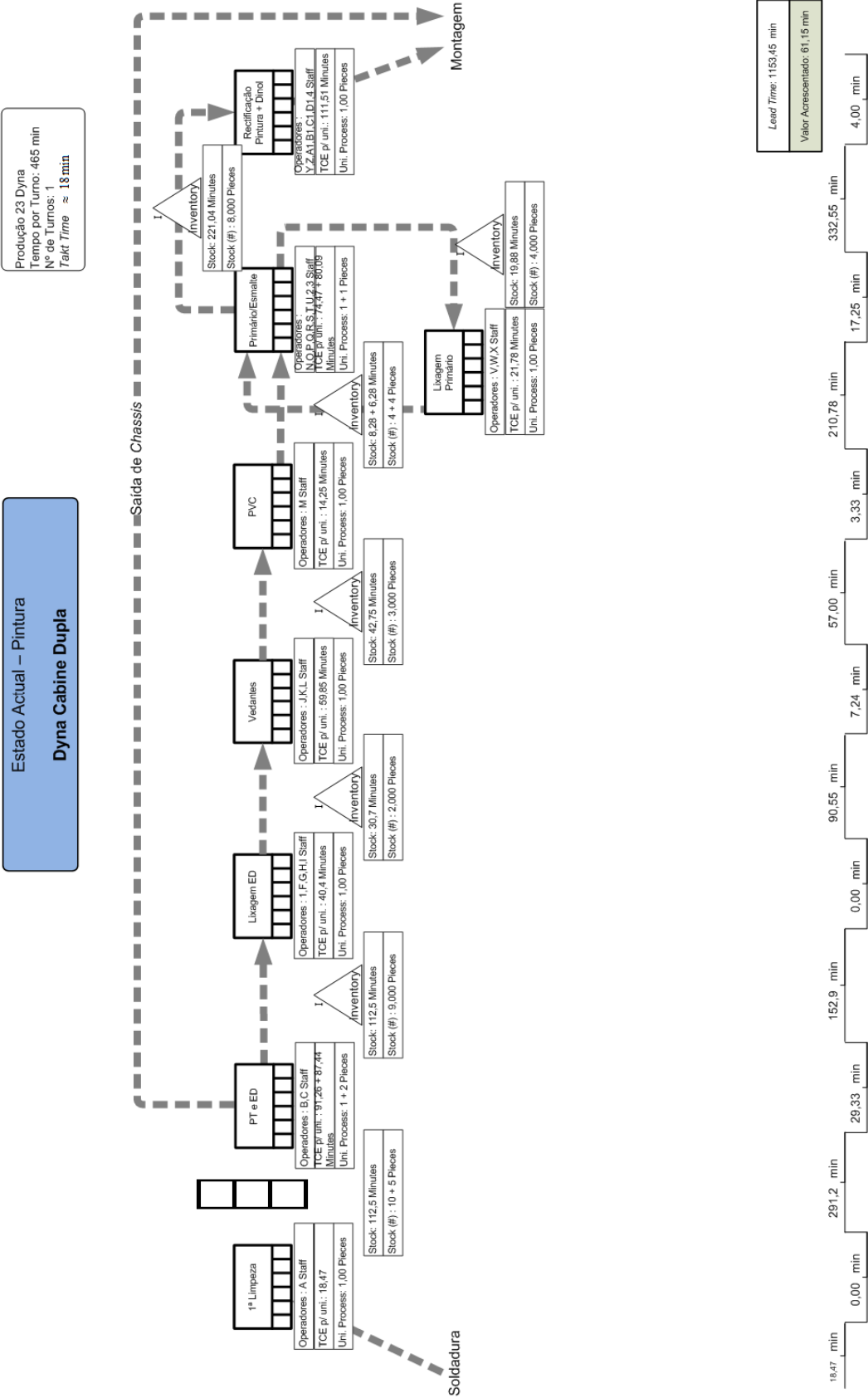
Família de Produtos		S/C		D/C		Hiace 8/9 Lugares	
Posto	Designação	T. Posto (min)	VA (min)	T. Posto (min)	VA (min)	T. Posto (min)	VA (min)
1ª Limpeza		11,39	-	18,47	-	24,10	-
Lavagem após 1ª Limpeza		3,50	-	3,84	-	5,00	-
Carga Pré-Tratamento		5,92	-	7,54	-	6,08	-
Pré-Tratamento		25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Deslocação após PT a Descarga		1,00	-	1,00	-	1,00	-
Descarga Pré-Tratamento		1,25	-	1,38	-	1,43	-
Carga ED + Lavagem Tejadilho		3,06	-	2,13	-	2,85	-
ED		4,33	4,33	4,33	4,33	4,33	4,33
Deslocação após ED a Descarga		2,00	-	2,00	-	2,00	-
Descarga ED		6,63	-	4,13	-	5,75	-
Lavagem após ED		12,93	-	7,58	-	8,25	-
Estufa ED		32,00	-	32,00	-	32,00	-
Saída Estufa ED		0,35	-	0,35	-	0,35	-
Inspecção ED		6,56	-	12,50	-	20,50	-
Lixagem ED	Bate-Chapas	1,38	-	3,00	-	8,23	-
Lixagem ED	Posto 1 (Tejadilho)	5,73	-	9,44	-	17,20	-
Lixagem ED	Posto 2 (Frente e Laterais)	8,63	-	15,50	-	24,50	-
Aplicação de Vedantes	Posto 1	8,93	1,87	15,35	3,91	22,00	6,03
Aplicação de Vedantes	Posto 2	8,63	2,10	14,50	3,33	22,67	4,75
Estufa Vedantes		30,00	-	30,00	-	30,00	-
Aplicação PVC		6,17	2,77	14,25	3,33	16,17	3,85
Limpeza Primário	Posto 1 (Tejadilho)	2,27	-	2,07	-	6,10	-
Limpeza Primário	Posto 2 (Frente e Laterais)	4,50	-	7,30	-	7,20	-
Limpeza Primário	Posto 3 (Tack-Rag)	3,32	-	5,92	-	7,13	-
Pintura Primário	Posto 1	2,94	2,75	3,86	3,75	6,30	6,00
Pintura Primário	Posto 2	3,56	3,25	3,23	3,00	3,81	3,75
Estufa Primário		41,00	-	41,00	-	41,00	-
Inspecção Primário		7,75	-	11,09	-	12,00	-
Lixagem Primário	Posto 1 (Tejadilho)	3,25	-	4,97	-	8,75	-
Lixagem Primário	Posto 2 (Frente e Laterais)	9,93	-	16,81	-	26,40	-
Limpeza Esmalte	Posto 1 (Tejadilho)	1,50	-	1,57	-	6,31	-
Limpeza Esmalte	Posto 2 (Frente e Laterais)	3,31	-	4,17	-	7,35	-
Limpeza Esmalte	Posto 3 (Tack-Rag)	4,25	-	6,32	-	8,47	-
Pintura Esmalte	Posto 1 (Branco 058)	3,28	3,00	5,88	5,00	9,77	9,00
Pintura Esmalte	Posto 1 (Côr Especial)	6,95	6,00	9,51	9,00	16,35	16,00
Pintura Esmalte	Posto 2 (Branco 058)	5,42	5,00	5,73	5,50	8,04	7,50
Pintura Esmalte	Posto 2 (Côr Especial)	7,84	7,00	9,12	8,50	12,80	12,00
Estufa Esmalte		41,00	-	41,00	-	41,00	-
Inspecção Esmalte		12,38	-	15,42	-	15,25	-
Rectificação	Polimento	22,71	-	27,63	-	34,91	-
Rectificação	Rectificação	21,41	-	25,23	-	46,00	-
Rectificação	Secagem	24,00	-	24,00	-	24,00	-
Rectificação	Acabamento	5,86	-	18,94	-	19,81	-
Inspecção Rectificação		4,80	-	11,45	-	11,87	-
Aplicação Dinol		2,45	2,00	4,25	4,00	2,34	2,00

Tabela 7 - Resumo Pintura - Operadores

Posto	Designação	Operador
Aspiração e Limpeza	1ª Limpeza	A
Cabine Pré-Lavagem	Lavagem após 1ª Limpeza	B,C
Pré-Tratamento	Carga Pré-Tratamento	B,C
Pré-Tratamento	Tanques Pré-Tratamento	-
Pré-Tratamento	Deslocação após PT a Descarga	-
Pré-Tratamento	Descarga Pré-Tratamento	D,E
ED	Carga ED + Lavagem Tejadilho	D,E
ED	ED	-
ED	Deslocação após ED a Descarga	-
ED	Descarga ED	D,E
ED	Lavagem após ED	D,E
Estufa ED		-
Inspecção ED		1
Lixa ED	Bate-Chapas	F
Lixa ED	Posto 1 (Tejadilho)	G
Lixa ED	Posto 2 (Frente e Laterais)	H,I
Vedantes	Posto 1	J
Vedantes	Posto 2	K,L
Estufa Vedantes		-
PVC		M
Limpeza Primário	Posto 1 (Tejadilho)	N,O
Limpeza Primário	Posto 2 (Frente e Laterais)	N,O
Limpeza Primário	Posto 3 (Tack-Rag)	P,Q
Pintura Primário	Posto 1	R,S
Pintura Primário	Posto 2	T,U
Estufa Primário		-
Inspecção Primário		2,3
Lixa Primário	Posto 1 (Tejadilho)	V,W
Lixa Primário	Posto 2 (Frente e Laterais)	V,W
P 4		X
Limpeza Esmalte	Posto 1 (Tejadilho)	N,O
Limpeza Esmalte	Posto 2 (Frente e Laterais)	N,O
Limpeza Esmalte	Posto 3 (Tack-Rag)	P,Q
Pintura Esmalte	Posto 1	R,S
Pintura Esmalte	Posto 2	T,U
Estufa Esmalte		-
Inspecção Esmalte		2,3
Rectificação	Polimento e Triagem	Y,Z
Rectificação	Bypass Retoques e Secagem	A1
Rectificação	Retoques e Secagem	B1
Rectificação	Acabamento	C1
Inspecção Rectificação		4
Aplicação Dinol		D1



Mapa 8 - Estado Actual Pintura: Dyna Cabine Simples



Mapa 9 - Estado Actual Pintura: Dyna Cabine Dupla



Mapa 10 - Estado Actual Pintura: Hiace 8/9 Lugares

O sector da pintura é composto por uma única linha de produção. Todas as famílias de produtos são transformadas por processos partilhados. Logo após o primeiro processo existe um *buffer stock*. Esse inventário existe porque o processo seguinte é constituído por um conjunto de sub-processos com tempo de ciclos inferiores ao processo anterior. Esse processo, do Pré-Tratamento e Electrodeposição, é semi-automático processando cabines, *chassis* e outros produtos e componentes não pertencentes às famílias de produtos Dyna e Hiace.

A falta de standardização da linha e a discrepância de tempos de ciclos entre famílias de produtos nesta linha mista tem como consequências drásticas excessivos inventários e um total desnivelamento de produção. O mesmo acontece na cabine de pintura. Nesta cabine as viaturas executam dois ciclos de pintura: um de primário seguido de um de esmalte, intervalado por um processo de lixagem. Estando esta cabine muito longe das condições óptimas, com tempos de ciclos muito díspares entre famílias de produtos entre si, obrigar esta cabine a um ritmo diário de 52 unidades processadas leva a consequências graves. Elas são visíveis na quantidade enorme de tempo dispendido em rectificações de pintura.

O mapeamento para a família de produtos da cabine dupla é praticamente igual ao da simples, à excepção do processo de Pré-Tratamento e Electrodeposição onde é processada apenas uma cabine em vez de duas. O transportador, denominado *skid*, devido às dimensões das cabines, tem capacidade para transportar duas cabines simples em simultâneo, o que já não acontece para as cabines duplas. Os *chassis* também são alvo deste processo na pintura, sendo processados de duas em duas unidades e depois retirados da pintura e transportados directamente para stock de montagem. O mapeamento de cabines e *chassis* no processo referido foi feito em simultâneo através da soma dos respectivos tempos de ciclo efectivos nos processos de Pré-Tratamento e Electrodeposição.

Os resultados de *Lead Time* para as famílias de produtos Dyna Simples, Dyna Dupla e Hiace 8/9 Lugares são apresentados na tabela 8.

Tabela 8 - Resumo do *Lead Time* do Estado Actual Pintura

<i>Estado Actual Pintura</i>				
Linha	Família de Produtos	<i>Lead Time</i> (min)	Inventários	Valor Acrescentado
-	Dyna Cabine Simples	921,41	45,31%	5,65%
	Dyna Cabine Dupla	1153,45	48,02%	5,30%
	Hiace 8/9 Lugares	1622,71	60,96%	4,45%

III.2.3 – Mapeamento do Estado Actual: Montagem Final

Após saírem da pintura, as viaturas (cabines e chassis) entram na montagem final, onde são incorporados os componentes de *CKD* e Incorporação Nacional. O material *CKD* representa cerca de 84% de todo o material usado no processo de produção. Apesar disto o baixo valor de Incorporação Nacional (16%) assume grande importância no processo – dela fazem parte todas as cablagens utilizadas, pneus, vidros, bancos etc. Estes materiais são recepcionados em transportadores próprios, provenientes do armazém, e abastecidos aos postos previamente definidos pela Gama de Montagem Final.

A montagem final pode ser dividida por 4 linhas, terminando numa última secção de pequenas rectificações:

□ **Linha das Cabines:** É a primeira linha da montagem. Nesta linha é feita a montagem das portas da cabine simples (exemplo: Vidros, circuito eléctrico inerente, borrachas de protecção, quartelas das portas, etc...) é forrado o tejadilho e montado todo o circuito eléctrico. Esta linha é apoiada por um posto de preparação de vidros, dois postos suplementares para preparação das cabines duplas e triplas e ainda por postos de pré-montagens do servo-freio, tablier, chauffage etc.

□ **Linha dos Postos Elevados:** Nesta linha as viaturas (Hiace e Dyna) seguem caminhos distintos através de dois diferenciais que elevam a viatura para se poder executar as operações na parte inferior das referidas. Aqui são montados os componentes impossíveis de montar na linha das cabines (suspensão, barra de torção, suporte de basculamento, forro de protecção inferior, barra de protecção em caso de acidente, etc.). A figura 13 ilustra este posto.



Figura 12 - Linha Postos Elevados - Dyna

□ **Linha dos Chassis:** Nesta linha montam-se todos os componentes inerentes ao *chassis*, tais como, motor, cablagens, depósito de combustível, eixos das rodas, pneus, escapes, etc.

□ **Linha da Montagem Final:** Nesta linha efectua-se, primeiramente, o acoplamento da cabine com o *chassis*, efectuando as respectivas ligações (ligações da caixa de velocidades, coluna de direcção, etc.) seguindo-se a montagem dos demais componentes e operações em falta (sangramento dos travões, óleo da direcção, circuito refrigeração, montagem vidros pára-brisas, bancos, tapetes, computador de bordo, travão de mão, etc.).

□ **Inspecção Final:** À saída de montagem segue-se um posto de rectificação onde é feita a limpeza da viatura, afinação de portas e correcção de pequenos defeitos.

Em seguida, é feita uma rigorosa inspecção final à viatura, onde pequenas anomalias são imediatamente corrigidas, após o que se seguirá o alinhamento das rodas, focagem de faróis, teste aos travões, prova de pista e prova de água a que todos os veículos estão sujeitos. A figura 14 ilustra a inspecção final de viaturas.

Por último, é aplicada uma cera anti-corrosão, na zona de chassis, sendo finalmente o veículo aprovado (Apto), seguindo para o parque, onde ficará disponível para os Serviços Comerciais (entrega aos concessionários).



Figura 13 - Inspecção Final

Se, por um lado, o sector da pintura pode ser considerado um processo mais “artesanal”, permitindo uma maior liberdade aos operadores na forma como realizam as operações, o mesmo já não se verifica no sector da montagem. Tal como na soldadura, existem gamas de montagem que explicitam como cada componente é constituído e deve ser montado. A recolha de tempos e dados voltou a fazer-se por operação, posto a posto, por família de produtos.

A montagem é constituída por uma linha mista inicial de cabines, comum a todos os modelos, também designada por linha *trimming*, seguindo-se uma linha comum ao modelo Dyna e outra exclusiva para o modelo Hiace (*Bypass*). A estas linhas de *over-head* desagua a linha de montagem *chassis*, formando novamente uma linha comum (montagem final) a todas as famílias de produtos até ao fim da linha de produção.

Refira-se ainda que estas linhas são constituídas por várias células de pré-montagem que vão abastecendo as linhas principais, normalmente com um lote em avanço.

As tabelas 9, 10 e 11 resumem os dados obtidos da montagem final.

Tabela 9 - Resumo Tempos Montagem - Dyna Cabine Simples e Dupla

Familia de Produtos		S/C				D/C			
Posto	Designação	T. Posto (min)	T. Operaç. (min)	VA (min)	Operador	T. Posto (min)	T. Operaç. (min)	VA (min)	Operador
Cabines									
BD1	0BD1 (Bypass D/C)	-	-	-	-	18,30	18,30	3,00	A
BD2	1BD2 (Bypass D/C)	-	-	-	-	18,50	18,40	3,40	B
	2BD2 (Bypass D/C)	-	-	-	-		18,50	3,40	C
TC1	1TC1	17,50	16,50	2,60	D	18,67	17,60	2,77	D
	2TC1		17,50	2,76	E		18,67	2,89	E
TC2	1TC2	16,20	14,20	3,60	F	16,50	14,40	3,65	F
	2TC2		16,20	4,11	G		16,50	4,20	G
TC3	0TC3	11,80	11,80	2,60	H	12,50	12,50	2,75	H
TC4	0TC4	17,00	17,00	4,00	I	17,10	17,10	4,02	I
TC5	0TC5	16,70	16,70	3,70	J	16,70	16,70	3,70	J
STC1	Pré-montagens Servo-Freio	20,50	20,50	3,40	K	20,50	20,50	3,40	K
STC2	Pré-montagens <i>Tablier</i>	16,20	16,20	4,30	L	10,53	10,53	2,80	L
PM Vidros		15,50	15,50	3,45	M	18,18	18,18	3,70	M
P5	Inspeção	17,00	17,00	0,00	N	17,50	17,50	0,00	N
Over Head									
0OD1		15,18	15,18	2,80	O	22,00	22,00	4,00	O
Montagem Final									
FC1	0FC1	15,60	15,60	3,55	P	17,20	14,00	3,25	P
	1FC1		11,21	2,75	Q		12,55	2,90	Q
	2FC1		13,60	3,00	R		17,20	3,75	R
FC2	1FC2	14,70	14,17	2,89	T	16,33	16,33	3,33	T
	2FC2		14,70	3,00	U		14,70	3,00	U
FC3	0FC3	14,90	13,57	3,37	V	16,20	12,65	3,61	V
	1FC3		14,10	3,50	X		16,20	4,63	X
	2FC3		14,90	3,70	Y		15,20	4,35	Y
FC4	1FC4	15,35	15,35	3,00	Z	15,52	15,52	3,00	Z
	2FC4		12,60	2,50	A1		13,80	2,75	A1
FC6	OFC6	16,30	16,30	0,00	B1	18,50	18,50	0,00	B1
	1FC6	-	-	-	-		17,32	1,50	B
	2FC6	-	-	-	-		14,10	1,00	U
P7	Inspeção **	18,00	18,00	0,00	C1	18,00	18,00	0,00	C1
P7R	Inspeção <i>Repair</i> **	18,00	18,00	0,00	D1	18,00	18,00	0,00	D1
QC1	Controlo Qualidade **	18,00	18,00	0,00	E1, F1	18,00	18,00	0,00	E1, F1
FC7	1FC7 **	18,00	18,00	3,00	G1	18,00	18,00	3,00	G1
	2FC7 **		18,00	3,00	H1		18,00	3,00	H1
FC8	Alinhamento Direcção **	18,00	18,00	10,00	I1,Y1	18,00	18,00	10,00	I1,Y1
QC2	Controlo Qualidade **	18,00	18,00	0,00	J1	18,00	18,00	0,00	J1
QC3	Controlo Qualidade **	18,00	18,00	0,00	K1	18,00	18,00	0,00	K1
Prova de Água e Estrada	**	18,00	18,00	0,00	L1	18,00	18,00	0,00	L1
Inspeção	**		18,00	0,00	L1		18,00	0,00	L1
FC9	Aplicação Dinol	16,38	16,38	3,00	M1	17,78	17,78	5,00	M1

Tabela 10 - Resumo Tempos Montagem - Hiace 8/9 Lugares

Família de Produtos		Hiace 8/9 Lugares			
Posto	Designação	T. Posto (min)	T. Operaç. (min)	VA (min)	Operador
Cabines					
TC1	1TC1	17,55	17,55	2,75	D
	2TC1		16,00	2,00	E
TC2	1TC2	17,94	17,94	3,00	F
	2TC2		17,42	2,75	G
TC3	0TC3	12,57	12,57	2,00	H
TC4	0TC4	19,42	19,42	3,50	I
TC5	0TC5	16,22	16,22	3,00	J
STC2	Pré-montagens <i>Tablier</i> **	12,50	12,50	3,00	L
PM Vidros		15,50	15,50	3,45	M
P5	Inspecção	19,00	19,00	0,00	N
Bypass + Over Head					
BH1	1BH1	78,62	78,62	13,00	N1
	2BH1		67,40	12,00	O1
SBH2		15,90	15,90	2,75	O1
OH1	1OH1	20,00	20,00	4,25	O1
	2OH1		19,53	4,25	N1
OH2	1OH2	13,07	13,07	2,50	P1
	2OH2		13,02	2,50	Q1
OH3	1OH3	19,65	19,65	4,00	P1
	2OH3		19,45	4,00	Q1
SOH1		54,55	54,55	10,00	P1
SOH2		14,75	14,75	2,00	Q1
Montagem Final					
FC1	0FC1	15,40	13,80	3,00	P
	1FC1		15,12	3,50	Q
	2FC1		15,40	3,50	R
	3FC1		9,90	2,00	O
FC2	1FC2	10,33	10,33	1,75	T
	2FC2		2,60	0,25	U
FC3	0FC3	15,41	15,41	3,75	V
	1FC3		10,20	2,00	X
	2FC3		11,40	2,25	Y
FC4	1FC4	23,42	23,42	3,00	Z
	2FC4		14,00	3,00	A1
PM Tapete		22,50	22,50	2,00	A
FC6	OFC6	18,00	13,50	0,00	B1
	1FC6 **		18,00	1,50	B
	2FC6 **		18,00	1,50	A
P7	Inspecção	21,30	21,30	0,00	C1
P7R	Inspecção <i>Repair</i> **	18,00	18,00	0,00	D1
QC1	Controlo Qualidade **	18,00	18,00	0,00	E1, F1
FC7	1FC7 **	18,00	18,00	2,75	G1
	2FC7 **		18,00	2,75	H1
FC8	Alinhamento Direcção **	18,00	18,00	10,00	I1, Y1
QC2	Controlo Qualidade **	18,00	18,00	0,00	J1
QC3	Controlo Qualidade **	18,00	18,00	0,00	K1
Prova de Água e Estrada	**	18,00	18,00	0,00	L1
Inspecção	**		18,00	0,00	L1
FC9	Aplicação Dinol	8,60	8,60	2,00	M1

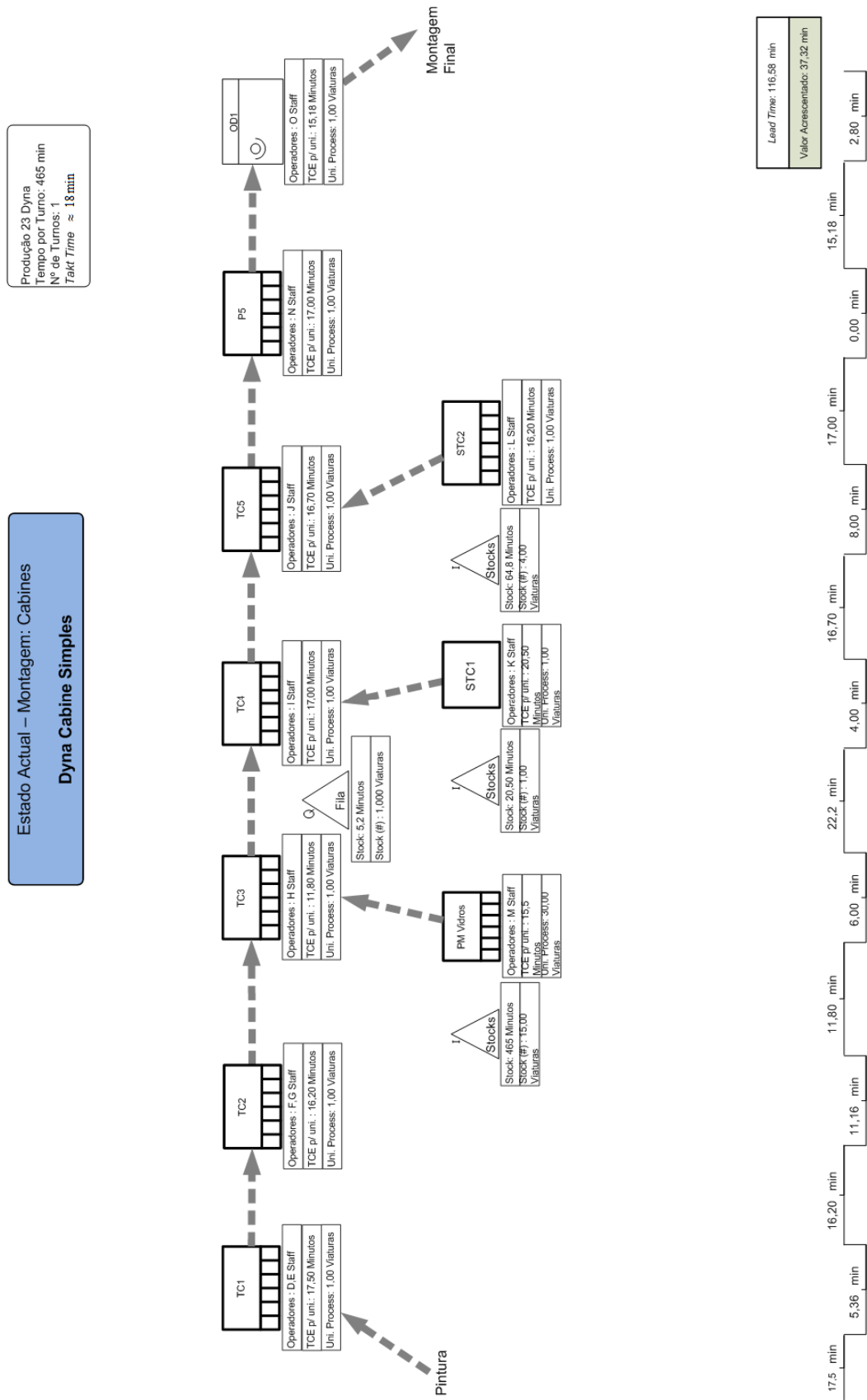
Tabela 11 - Resumo Tempos Montagem - Chassis

Família de Produtos		S/C				D/C			
Posto	Designação	T. Posto (min)	T. Operaç. (min)	VA (min)	Operador	T. Posto (min)	T. Operaç. (min)	VA (min)	Operador
Chassis									
CD1	1CD1	16,60	15,40	2,80	A2	16,60	16,00	3,00	A2
	2CD1		16,60	3,20	B2		16,60	3,20	B2
CD2	1CD2	12,70	12,70	4,50	C2	12,70	12,70	4,50	C2
	2CD2		11,70	4,00	D2		11,70	4,00	D2
SCD2		9,80	9,80	2,00	E2	9,80	9,80	2,00	E2
CD3	0CD3	14,30	14,30	2,75	F2	14,10	14,10	2,75	F2
SCD3		15,60	15,60	3,00	G2	15,60	15,60	3,00	G2
CD4	1CD4	15,20	15,20	3,25	H2	14,70	14,70	3,00	H2
	2CD4		13,60	2,50	I2		14,50	3,00	I2
CD5	1CD5	11,20	11,20	2,00	J2	11,90	11,90	2,00	J2
	2CD5		10,40	1,75	K2		10,10	1,75	K2
SCD5		14,28	14,28	2,50	L2	14,28	14,28	2,50	L2
PM Pneus		-	-	-	-	-	-	-	-
P6		18,00	18,00	0,00	M2	18,75	18,75	0,00	M2

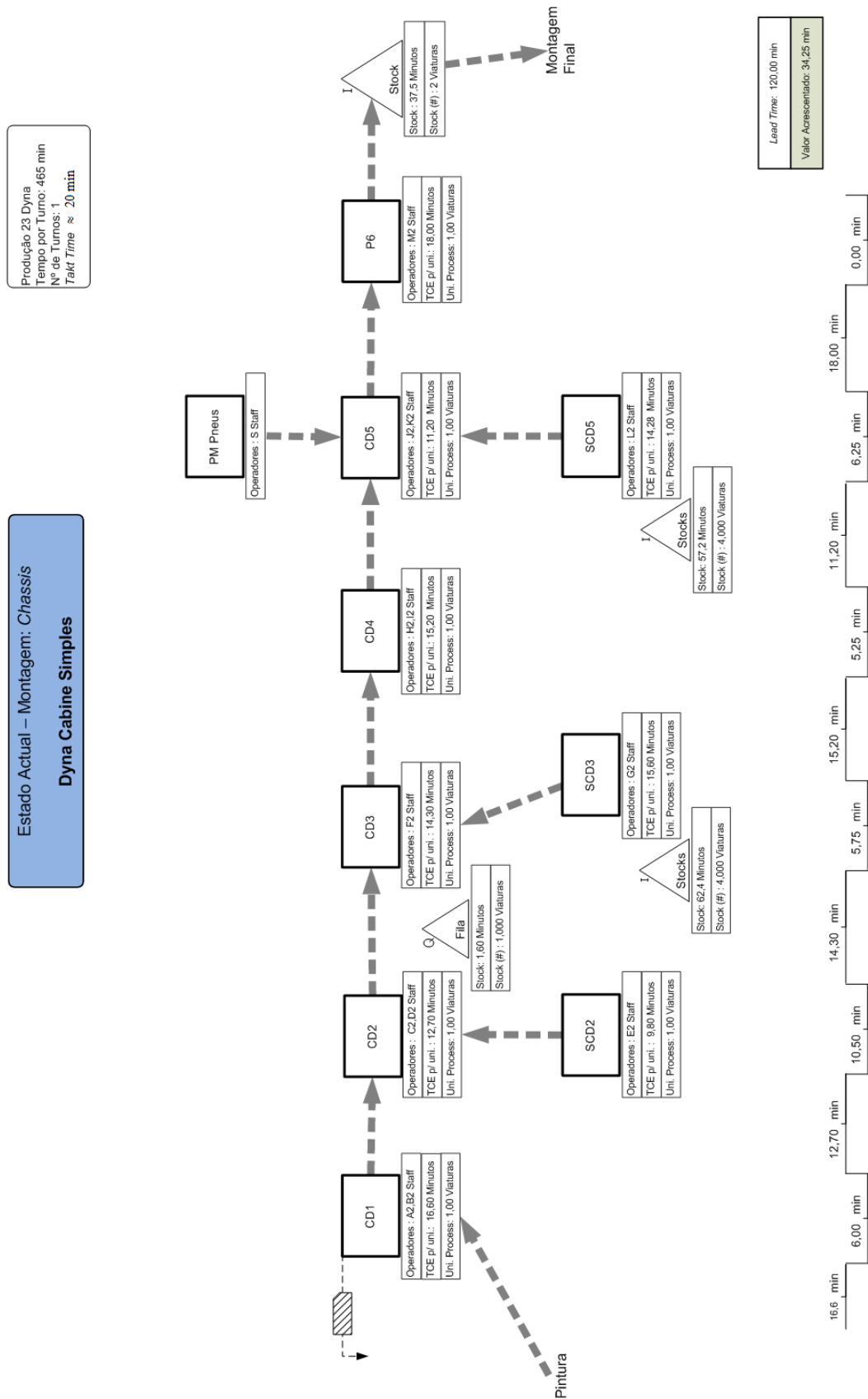
Os asteriscos sinalizados em alguns postos da linha de cabines e montagem final devem-se à impossibilidade na recolha de dados 100% fiáveis para esses mesmos postos. Como tal usaram-se estimativas por excesso.

O mapeamento foi elaborado da seguinte maneira: uma linha para cabines e *chassis* para a família de produtos Dyna Simples e Dupla, uma única linha de Cabines e *Bypass* para Hiace e uma linha de montagem final comum a todas as famílias de produtos.

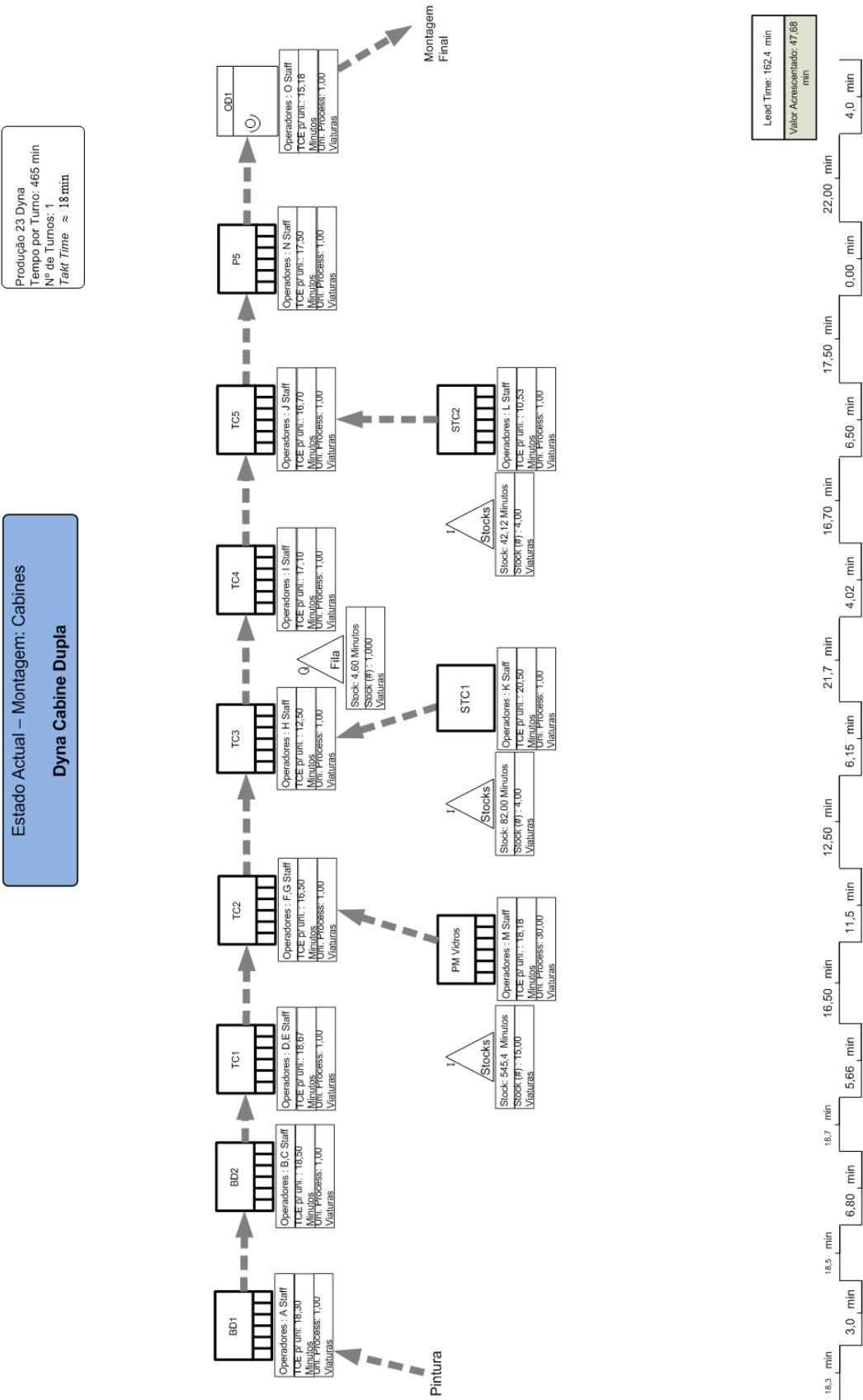
Os mapas 11 e 12 referem-se à família das Dyna Simples para a linha de cabines e *chassis*, respectivamente. Os mapas 13 e 14 analogamente para a família de produtos da Dyna Cabines Dupla. O mapa 15 respeita à linha de Cabines e *Bypass* da Hiace 8/9 Lugares. Por fim, três mapas ilustram o estado actual da montagem final para a Dyna Simples, Dyna Dupla e Hiace 8/9 Lugares.



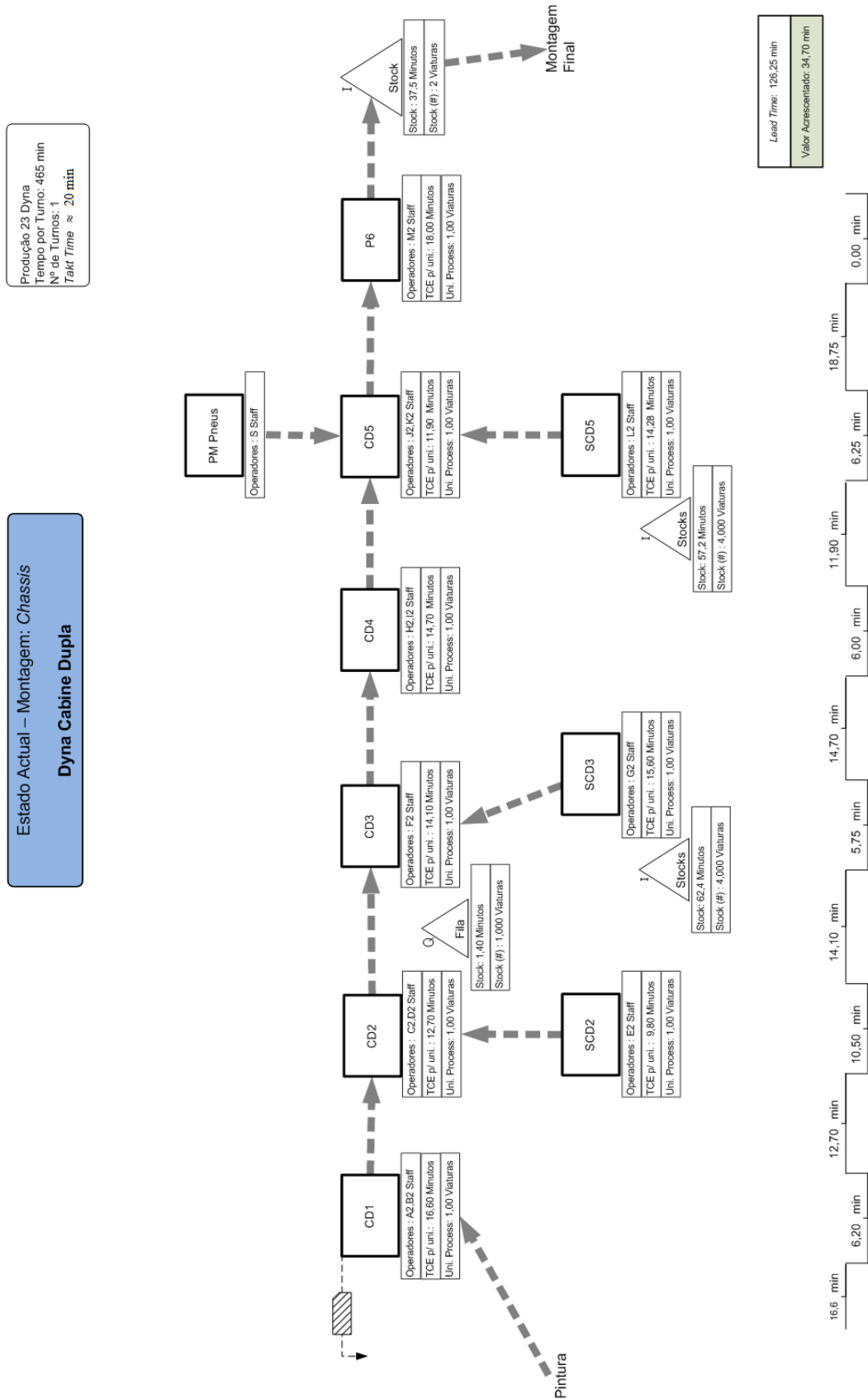
Mapa 11 - Estado Actual Montagem Linha Cabines: Dyna Cabine Simplex



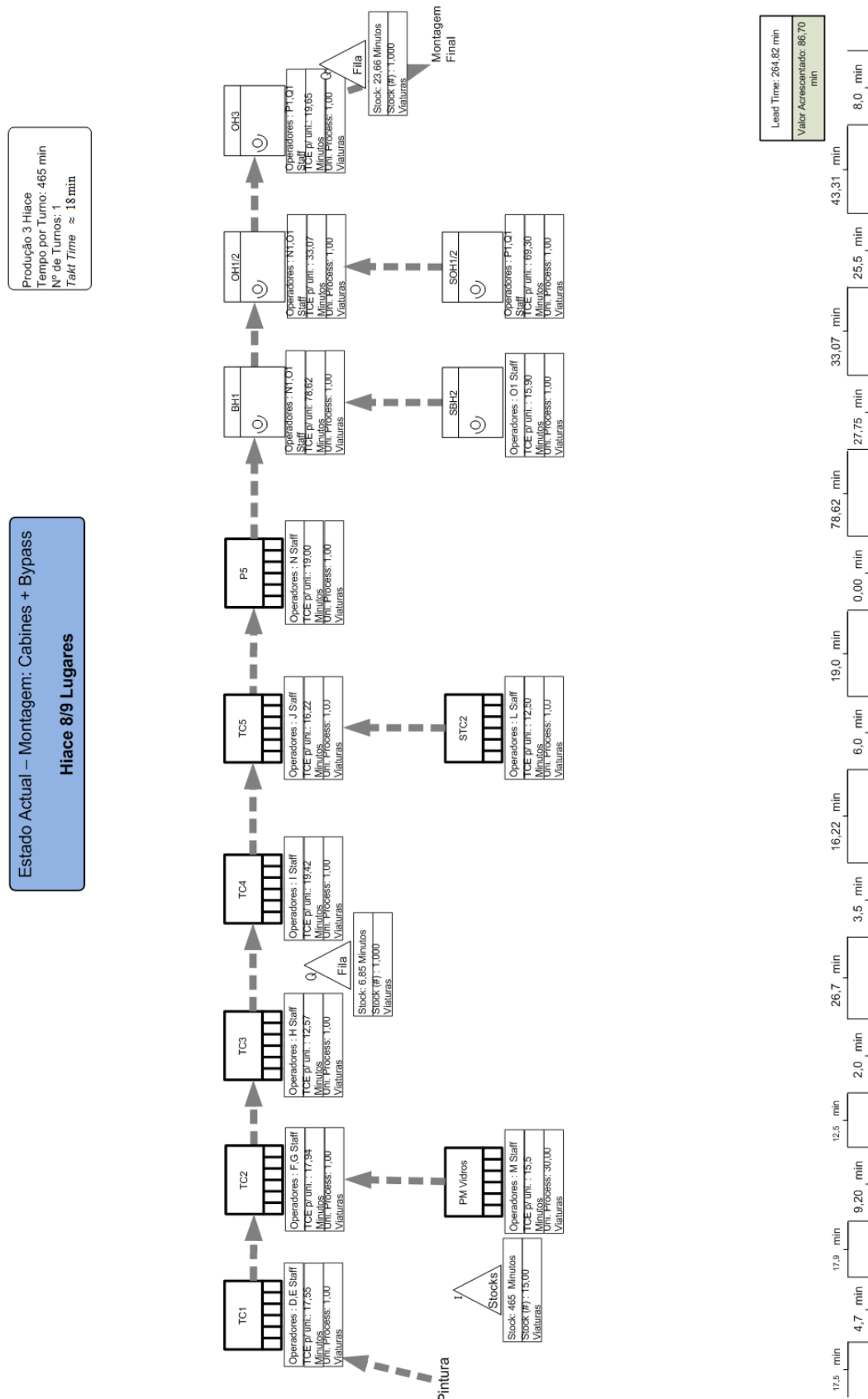
Mapa 12 - Estado Actual Montagem Linha Chassis: Dyna Cabine Simples



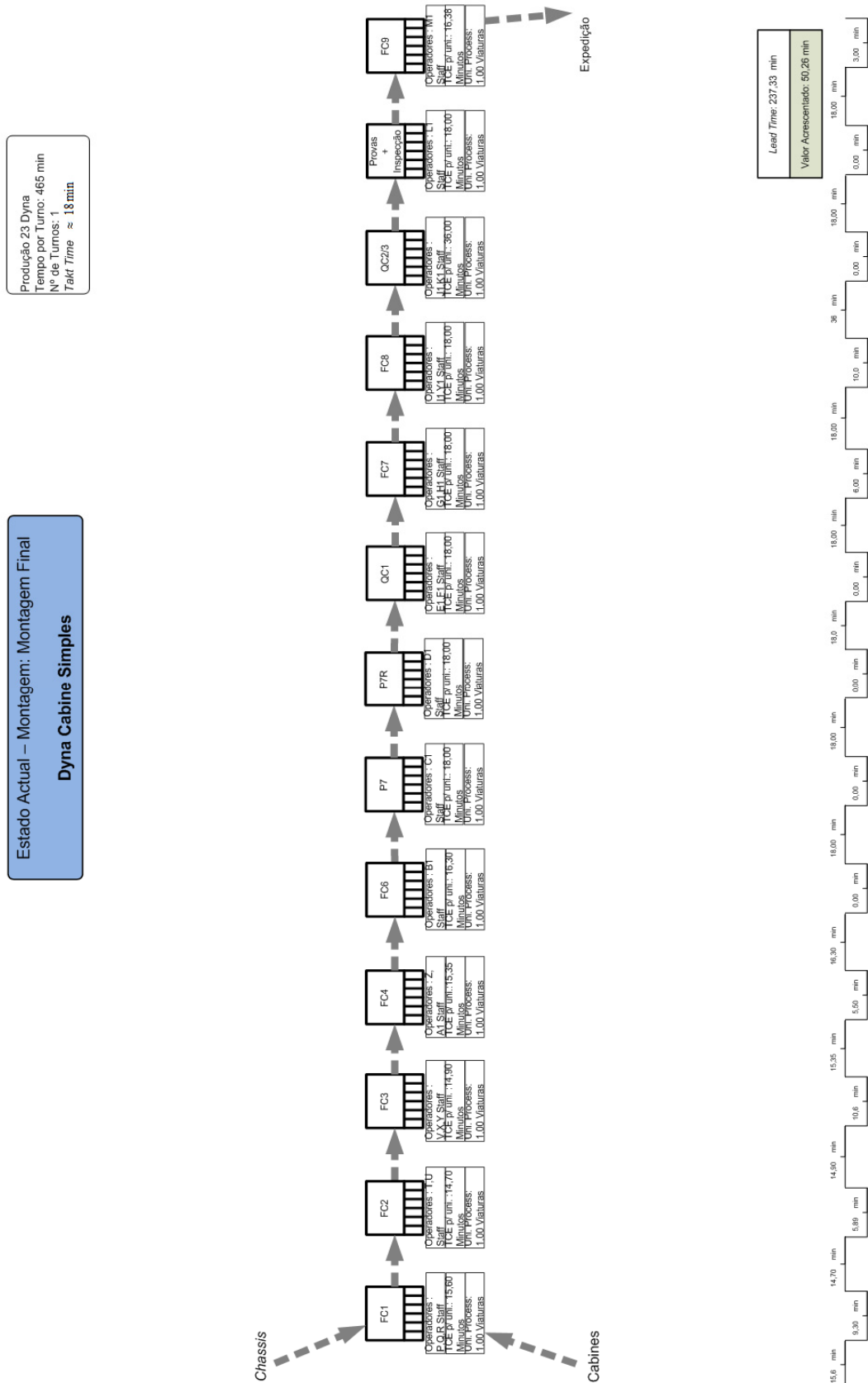
Mapa 13 - Estado Actual Montagem Linha Cabines: Dyna Cabine Dupla



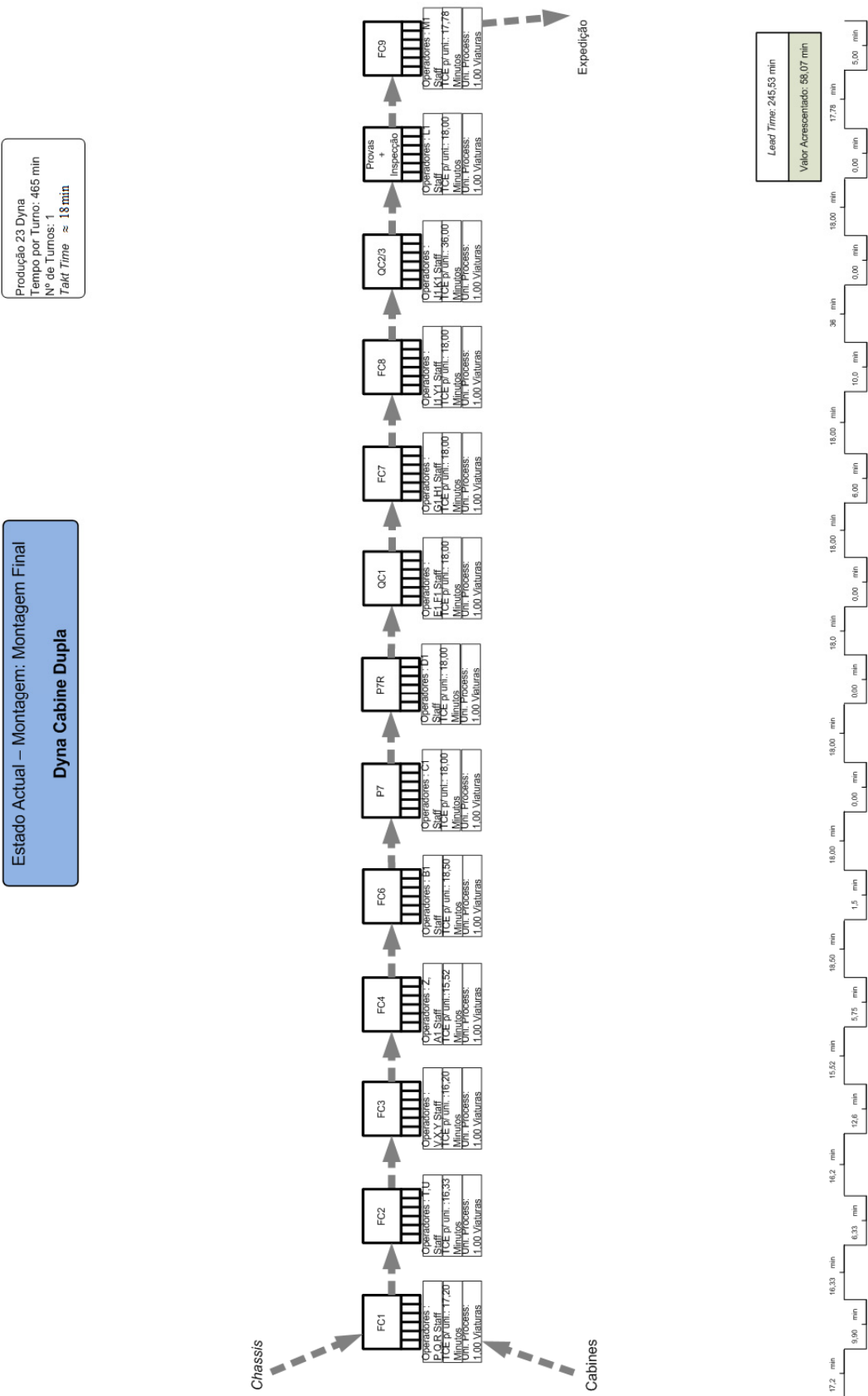
Mapa 14 - Estado Actual Montagem Linha Chassis: Dyna Cabine Dupla



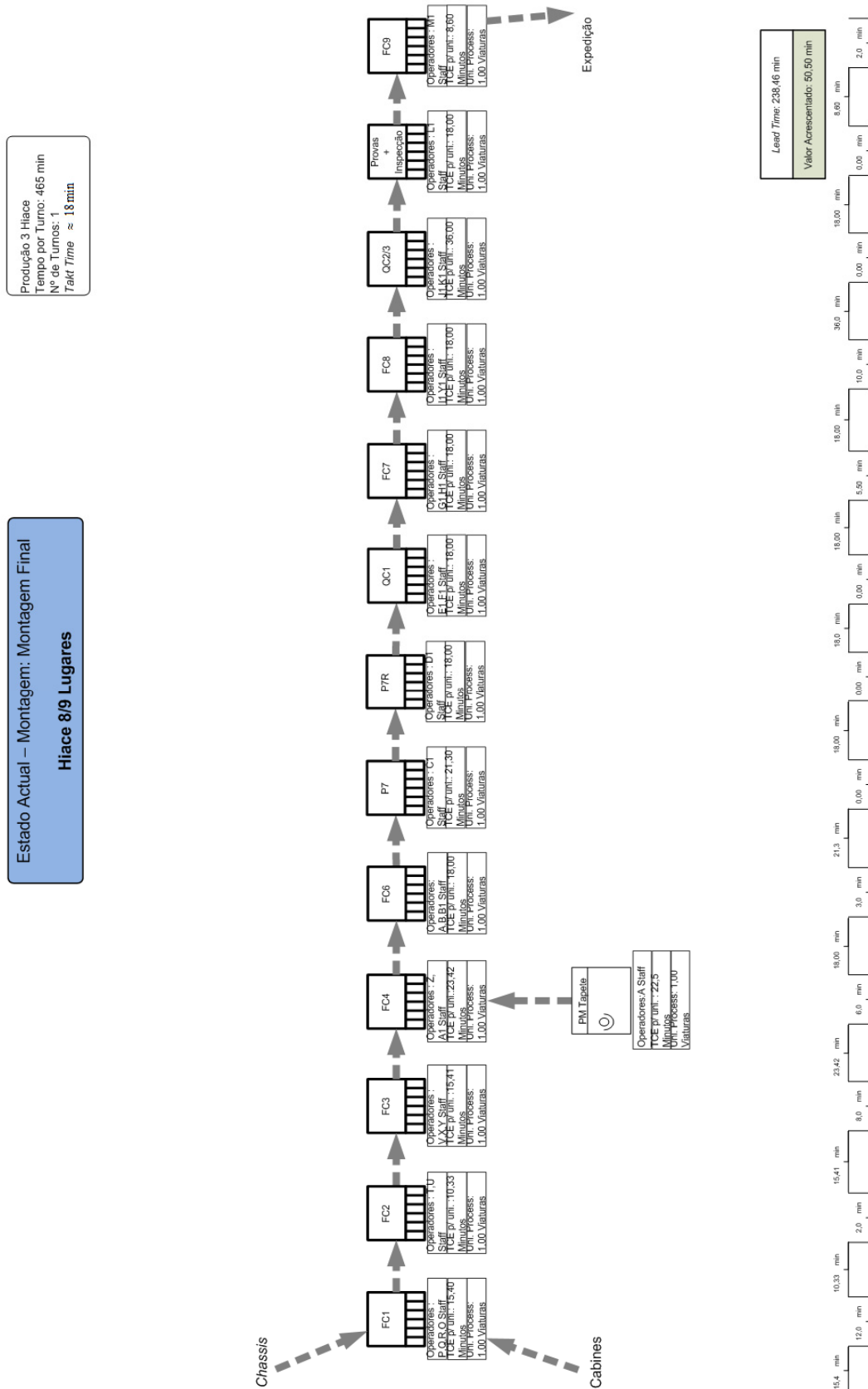
Mapa 15 - Estado Actual Montagem Linha Cabines + Bypass: Hiace 8/9 Lugares



Mapa 16 - Estado Actual Montagem Linha Montagem Final: Dyna Cabine Simples



Mapa 17 - Estado Actual Montagem Linha Montagem Final: Dyna Cabine Dupla



Mapa 18 - Estado Actual Montagem Linha Montagem Final: Hiace 8/9 Lugares

Após serem pintadas, as viaturas entram na última fase, a montagem. Inicia-se com a linha de cabines, uma sequência de postos comuns a ambas as famílias mas para a Dyna Dupla e Hiace com postos de *Bypass*. Estes postos de *bypass*, para a Dupla no início da linha de cabines e para a Hiace no final, servem para não prejudicar o fluxo misto da linha, isto é, para que os postos comuns a ambas as famílias sejam capazes de processar qualquer uma das famílias com tempos de ciclo abaixo do *takt time*.

A linha de *chassis*, exclusiva a modelos Dyna, é semelhante às cabines a nível de fluxo: uma sequência de postos abastecidos por algumas pré-montagens. A diferença reside num stock existente no fim desta linha.

A montagem final é o sector mais cadenciado e, por isso, a existência de lotes em avanço apenas se verifica em alguns postos de pré-montagens, não existindo ao longo da linha qualquer tipo de stocks. Esta linha é a mesma para todas as famílias de produtos, residindo a diferença nos tempos de ciclos que cada família tem em cada processo.

A tabela 12 resume os tempos de *Lead Time* e valor acrescentado para a montagem.

Tabela 12 - Resumo do Lead Time do Estado Actual Montagem

<i>Estado Actual Montagem</i>			
Linha	Família de Produtos	<i>Lead Time</i> (min)	Valor Acrescentado
Cabines	Dyna Cabine Simples	116,58	32,01%
<i>Chassis</i>		120,00	28,54%
Cabines	Dyna Cabine Dupla	162,40	29,36%
<i>Chassis</i>		126,25	27,49%
Cabines	Hiace 8/9 Lugares	264,82	32,74%
<i>Mont. Final</i>	Dyna Cabine Simples	237,33	21,18%
<i>Mont. Final</i>	Dyna Cabine Dupla	245,53	23,65%
<i>Mont. Final</i>	Hiace 8/9 Lugares	238,46	21,18%

III.2.4 – Mapeamento do Estado Actual: Geral – Processo Produtivo Toyota 1

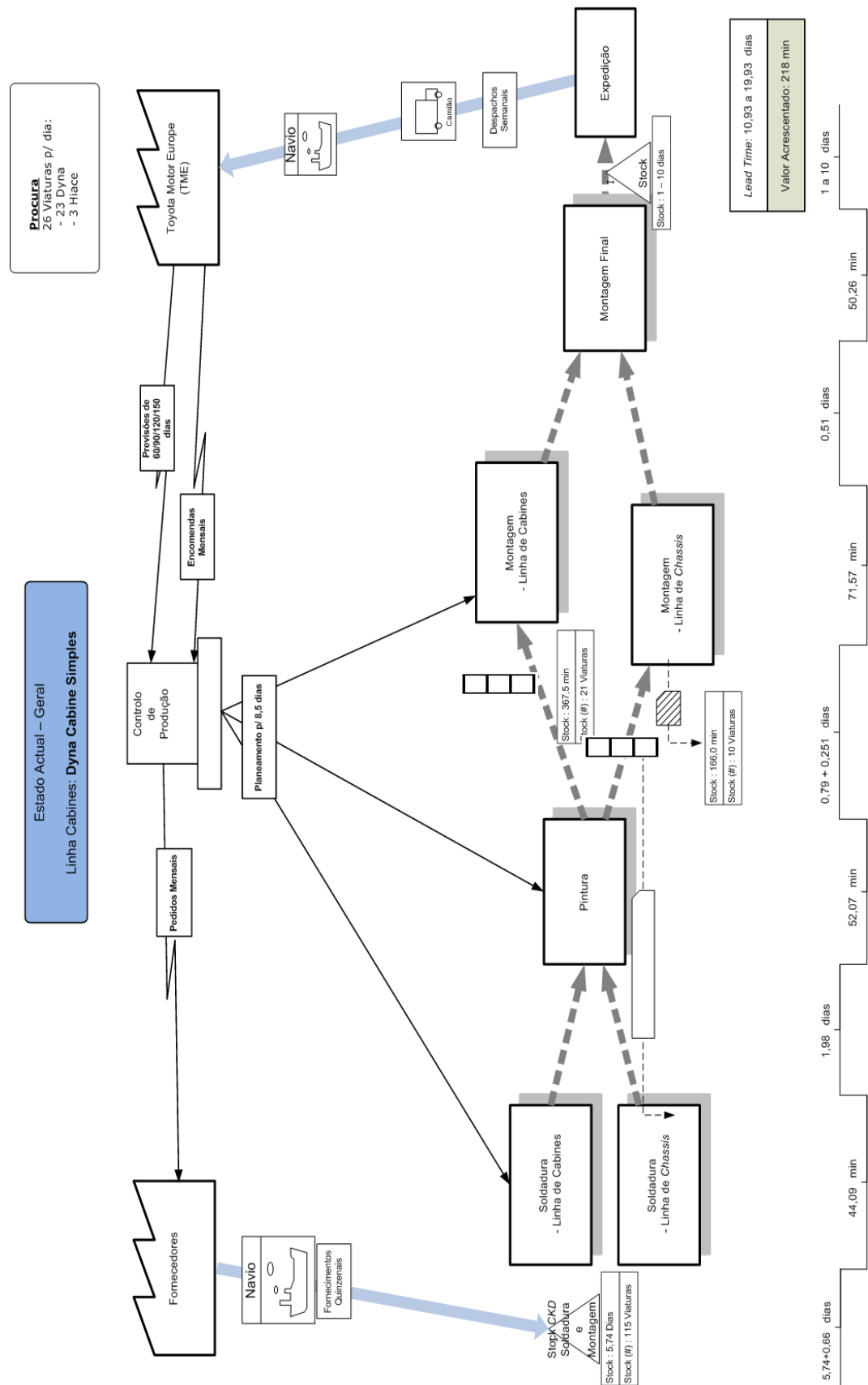
O mapeamento do estado actual do Processo Produtivo Toyota 1 não é mais que o agregar dos mapas de cada sector e a recolha de informação relativa ao planeamento da produção.

A Toyota Motor Europe (TME) é a responsável pela previsão e pedido de encomendas por parte dos clientes. Todos os meses é enviado ao controlo de produção um pedido de encomendas para o mês seguinte e uma previsão de encomendas para os seguintes 4 meses. Os pedidos de matérias-primas aos fornecedores são efectuados mensalmente, demorando cerca de 3 meses o transporte desse material. Quinzenalmente chegam ao armazém da unidade fabril carregamentos de *CKD*. A quantidade encomendada varia consoante as existências e consoante os pedidos e previsões de encomendas, pelo que apontar um valor médio para o número de viaturas em *CKD* que são descarregadas e aquelas que já existem em stock, com alguma fiabilidade, é perfeitamente impossível. Mesmo assim, estimou-se que quinzenalmente sejam descarregados 260 unidades de *CKD*, 30 das quais modelo Hiace, e que em stock haja metade desses valores.

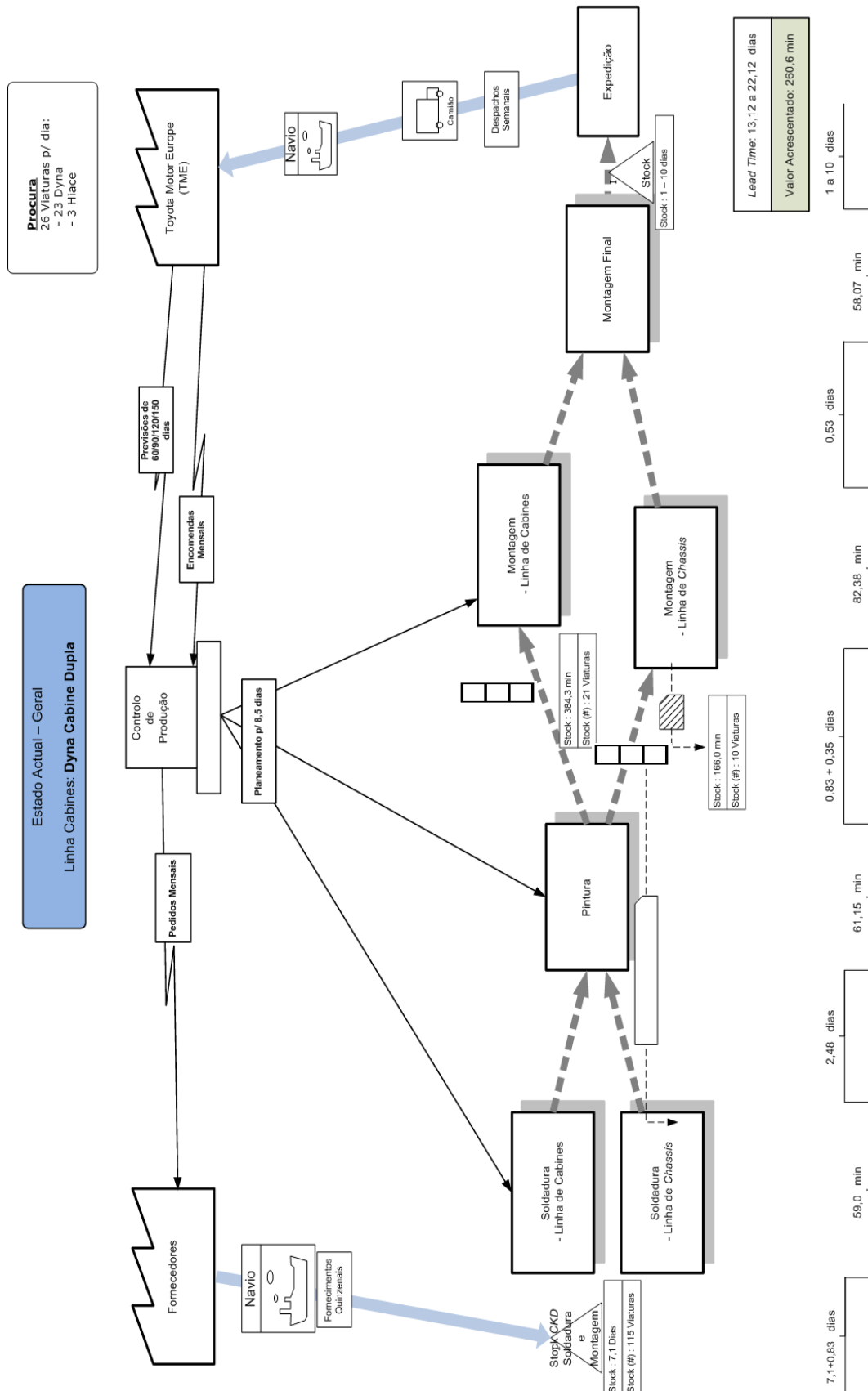
A análise aos vários sectores foi desenvolvida anteriormente. Resta abordar a existência de stocks de segurança entre pintura e montagem de Cabines e *Chassis*. Para as cabines são 21 viaturas e *chassis* apenas 10 sendo o controlo destes feito através do recurso a *kanbans*.

Após dado o “Apto” às viaturas, estas seguem para um parque à espera de serem transportadas. Os carregamentos são feitos uma a duas vezes por semana pelo que as viaturas podem ficar em espera entre 1 a 10 dias.

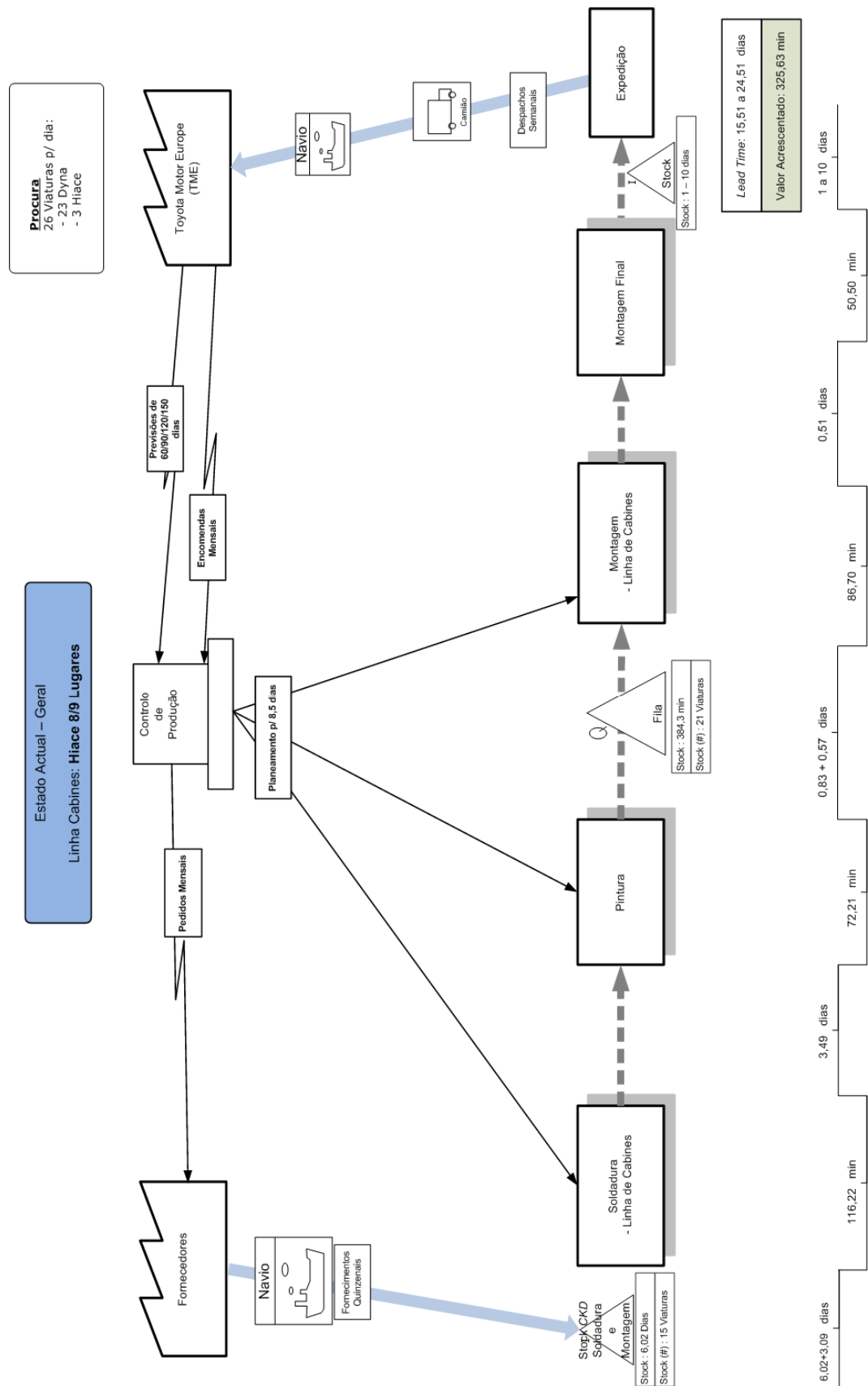
Seguem-se os mapas 19, 20 e 21 que ilustram o mapeamento da cadeia de valor do Processo Produtivo Toyota 1 para as famílias de produto Dyna Cabine Simples, Dyna Cabine Dupla e Hiace 8/9 Lugares, respectivamente.



Mapa 19 - Estado Actual Processo Produtivo Toyota 1: Dyna Cabine Simples



Mapa 20 - Estado Actual Processo Produtivo Toyota 1: Dyna Cabine Dupla



Mapa 21 - Estado Actual Processo Produtivo Toyota 1: Hiace 8/9 Lugares

Os resultados de *Lead Time* e valor acrescentado do estado actual do processo produtivo Toyota 1 para as famílias de produtos Dyna Simples, Dyna Dupla e Hiace 8/9 Lugares estão expressos na tabela 13.

Tabela 13 - Resumo do *Lead Time* do Estado Processo Produtivo Toyota 1

<i>Estado Actual Processo Produtivo Toyota 1</i>		
Família de Produtos	<i>Lead Time</i> (dias)	Valor Acrescentado (min)
Dyna Cabine Simples	10,93 a 19,93	218,00
Dyna Cabine Dupla	13,12 a 22,12	260,00
Hiace 8/9 Lugares	15,51 a 24,51	325,63

III.2.5 – Mapeamento do Estado Futuro

Segundo Rother e Shook (1998), existem uma série de questões onde as suas respostas servem de guia para se alcançar um estado futuro “ideal”:

- 1) *Qual é o Takt Time?*
- 2) *Deve-se produzir para armazém ou directamente para o cliente?*
- 3) *Onde usar fluxo contínuo?*
- 4) *Onde usar “supermercados” pull?*
- 5) *Em que ponto da linha deve ser planeada a produção?*
- 6) *Como nivelar o mix produtivo?*
- 7) *Que quantidade de produto deverá ser sempre produzida?*
- 8) *Que planos auxiliares serão precisos desenvolver para implementar o estado futuro?*

Ao analisar o estado actual destacam-se as seguintes situações:

- Grande número de inventários;
- Grande disparidade de tempos de ciclos nos vários processos ao longo do processo produtivo;
- Inexistência de um “supermercado pull”, dada a descontinuidade do fluxo e o número elevado de viaturas que a empresa perde com alguma regularidade, esta é também uma situação que merece alguma ênfase;

Será sobre estes três pontos que os mapas permitiram identificar que recairá o primeiro desenvolvimento do estado futuro do processo.

Se a primeira situação é claramente identificável como um desperdício, a segunda terá como consequências desperdícios: a descontinuidade do fluxo obriga a filas, esperas, perdas de qualidade, etc.

O primeiro desperdício advém de várias situações: grandes quantidades de *CKD* encomendadas e armazenadas; os abastecimentos internos são feitos aos lotes de 5 unidades; o stock de segurança de 21 unidades da pintura para a montagem final.

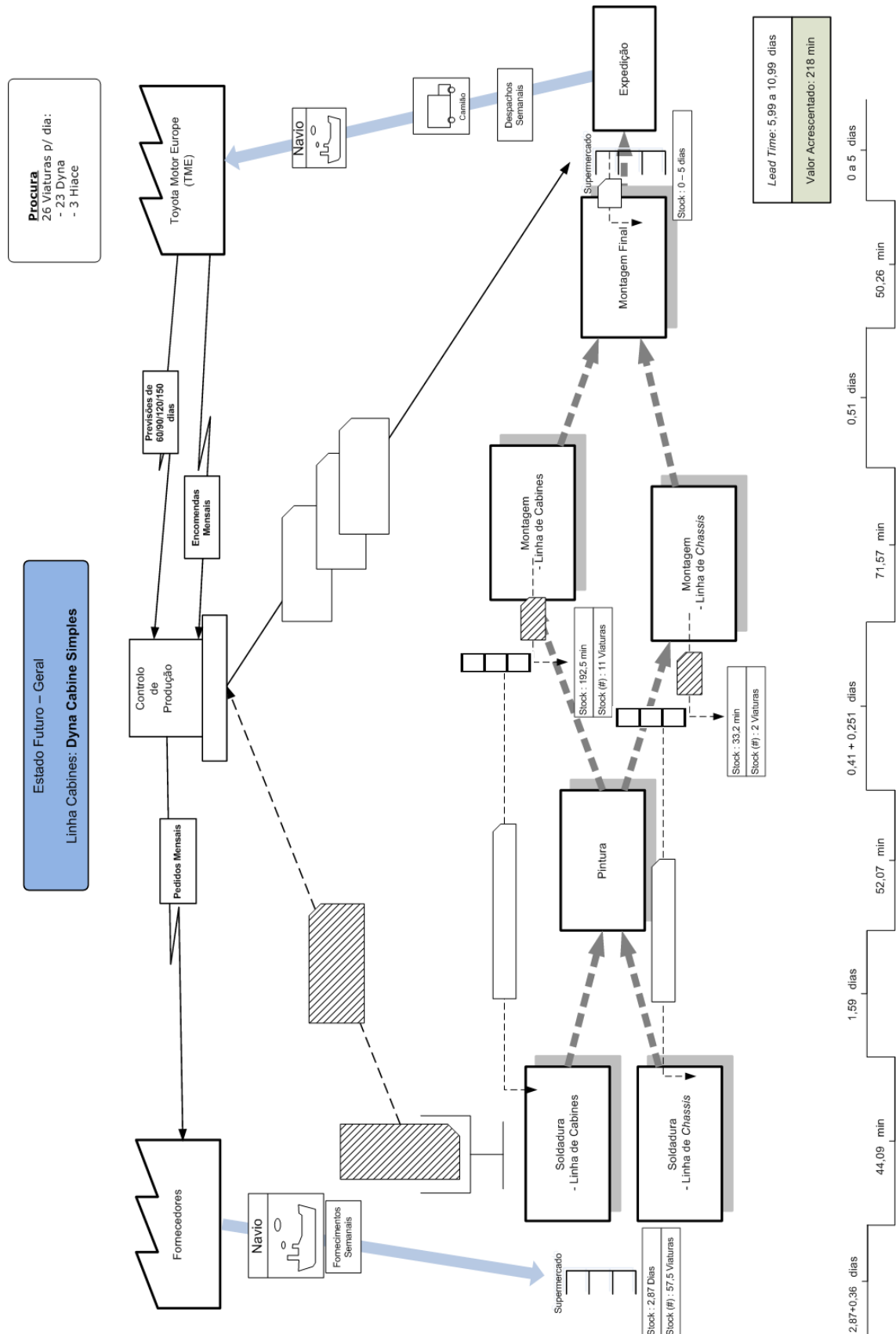
A pintura é a origem de uma grande série de desperdícios. Para além de ser o sector mais descontínuo, em termos de fluxo, de toda a fábrica devido aos diferentes tempos de ciclo que comportam cada processo é aquele que contém o recurso gargalo de todo o processo. Neste momento é inequívoco que a cabine de pintura não tem capacidade para responder à procura exigida. A cabine, como já foi referido, não está nas melhores condições e obrigá-la ao processamento do dobro da procura diária provocará maiores problemas às viaturas. Estas chegam constantemente à rectificação de pintura cheias de lixos, escorridos, falhas, etc. tendo como consequência o disparar dos tempos de ciclo da rectificação e o stock de segurança para a montagem final, mesmo sendo quase de um dia de produção, esgota-se rapidamente. A partir daqui o resultado é óbvio, a montagem terá de parar porque não é alimentada, e como não existe um sistema de informação seguro entre sectores, a soldadura continua a debitar cabines para a pintura. É um efeito bola de neve, onde desperdícios criam mais desperdícios.

Na montagem final e soldadura o estado não é tão grave, mas o fluxo também não é contínuo. De posto para posto, de processo para processo, os tempos de ciclo são desiguais obrigando que as viaturas parem, fluam mais depressa, mais devagar mas raramente de forma ordenada, apesar de provocarem consequências não tão severas ao processo produtivo como aquelas que acontecem na pintura, são desperdícios e como tal deverão ser eliminados. É necessário que os tempos de ciclo por processo cumpram escrupulosamente o *takt time*, e aí sim o fluxo poderá fluir. Uma grande ajuda na montagem final poderá ser a reactivação da correia transportadora, que por si já obriga a que as cabines fluam de forma constante.

Tendo em conta as dificuldades de produção da fábrica, sentindo regularmente dificuldades em cumprir a produção planeada, produzir para um supermercado poderia suprir situações de incumprimentos para com os clientes. Esta não é de facto uma situação ideal, uma vez que é a criação de mais um tipo de inventário, mas tendo em conta que na situação actual não se consegue satisfazer os clientes regularmente, será uma medida a ter em conta.

Partindo destes pressupostos, desenhou-se o estado futuro do processo produtivo tentando a pouco e pouco combater todos esses desperdícios.

Dada a disponibilidade de recursos, elaborou-se o estado futuro para uma única família de produtos. Escolheu-se aquela com maior cota parte de procura. A disponibilidade de recursos não foi o único factor que esteve por de trás desta decisão. Como a grande fonte de desperdícios pertence à pintura, processo comum a todas as famílias de produtos, os efeitos das melhorias implementadas no estado futuro da Dyna Cabine Simples repercutir-se-ão para as restantes famílias de produtos. Para além disso, depois de desenhado e implementado o estado futuro para uma família de produtos, para as outras poderão ser aplicadas técnicas de *benchmarking*. O mapa 22 ilustra o estado futuro do processo produtivo Toyota 1 para a família de produtos Dyna Cabine Simples.



Mapa 22 - Estado Futuro Processo Produtivo Toyota 1: Dyna Cabine Simples

A implementação de um “supermercado *pull*” desencadeou alterações a nível do planeamento de produção. Para além da programação ter deixado de ser feita para 8,5 dias o modo como a informação passou a ser difundida mudou radicalmente: a produção deixou de ser distribuída aos três sectores e passou a sê-lo directamente ao supermercado de expedição. Este, por sua vez, sempre que as viaturas forem transportadas para os clientes lançará automaticamente *kanbans* de produção para o processo imediatamente antes, e assim sucessivamente. Isto permitiu diminuir para metade o tempo de viaturas para expedição.

Criou-se também um supermercado a nível de *CKD* tendo como contrapartida um maior esforço dos fornecedores, o que para a empresa poderá resultar em aumentos de custos, uma vez que a cadência de fornecimentos duplicou. Saber qual das situações a mais económica não é uma tarefa fácil. No entanto é necessário calcular a relação ‘custo benefício’ para o aumento da cadência de fornecimentos. O benefício para o processo produtivo é óbvio, uma vez que permite diminuir drasticamente inventários, mas há que analisar os custos associados a esse aumento. O cálculo dessa relação permitirá concluir se esta proposta de melhoria irá ou não, de encontro aos objectivos financeiros da organização.

Sugere-se também a implementação de um armazém central de *CKD* para preparar e retirar a abertura das matérias-primas da linha de produção. Isto muda por completo a filosofia de logística interna. Sempre foi condicionada ao abastecimento de lotes de 5 unidades, com esta alteração o abastecimento poderia ser feito ao lote de uma unidade, querendo isto dizer que os componentes começariam a ser abastecidos peça a peça, obrigando a um maior esforço e frequências de abastecimentos, mas promovendo a flexibilidade máxima no que respeita a produção.

Para a pintura a redução de inventário tem de ser feita de forma lenta e gradual. Numa primeira instância deverá proceder-se a melhorias na cabine de pintura, depois estabilizar o tempo de ciclos nos vários processos e só depois reduzir gradualmente o inventário (redução de 10 viaturas em stock). Como todo o sector é muito instável, alterações drásticas poderão causar situações indesejadas para os processos a montante. É imperativo que primeiro se estabilize o processo da pintura, porque senão todas as outras alterações, nomeadamente sistemas *kanban* ou os “supermercados *pull*” poderão ficar em cheque.

Na montagem as melhorias devem passar pela estabilização dos tempos de ciclo e reactivação da corrente transportadora para dar fluidez a linha.

Os tempos de ciclo não são mais do que o tempo que as viaturas demoram em cada posto. O tempo que cada viatura demora em cada posto deve estar em concordância com o *takt time*. Mas o que influencia o tempo de cada posto são as operações afectadas a cada um deles. Tendo em conta que a globalidade dos processos dependem muito mais do tempo de processamento das operações por parte do homem e não da máquina, isto é, não são muitos os postos em que as máquinas condicionam os tempos de ciclo, há que analisar com rigor e distribuir de forma correcta e uniforme essas operações pelos postos de trabalho. A reactivação da corrente transportadora não trará benefícios se este trabalho não for executado previamente.

As alterações sugeridas levam a uma redução significativa do *Lead Time*, superior a 50%. Mas isto é apenas um princípio, é um primeiro estado futuro que, depois de implementado, será um estado actual para um novo estudo e desenvolvimento de um novo estado futuro. É portanto, um método recursivo, um método de constante melhoria contínua.

Refira-se ainda que, os novos tempos de ciclo que provocam a um decréscimo do *Lead Time* são estimados. Uma vez que este novo mapa é apenas uma proposta é necessário ter em conta algum grau de incerteza para os valores apresentados para este novo estado, o mapa do estado futuro.

A tabela 14 confronta os *Lead Time* do estado actual e estado futuro para a família de produtos Dyna Cabine Simples.

Tabela 14 - Estado Actual vs Estado Futuro (Dyna Cabine Simples)

Dyna Cabine Simples	<i>Lead Time</i> (dias)
Estado Actual	10,93 a 19,93
Estado Futuro	5,99 a 10,99

As alterações sugeridas para a família de produtos da Dyna Cabine Simples são as mesmas para as outras famílias de produtos estudadas. Deste modo, as tabelas 15 e 16 comparam os valores do *Lead Time* para o estado actual e futuro, e os mapas 23 e 24 representam esses mesmos estados.

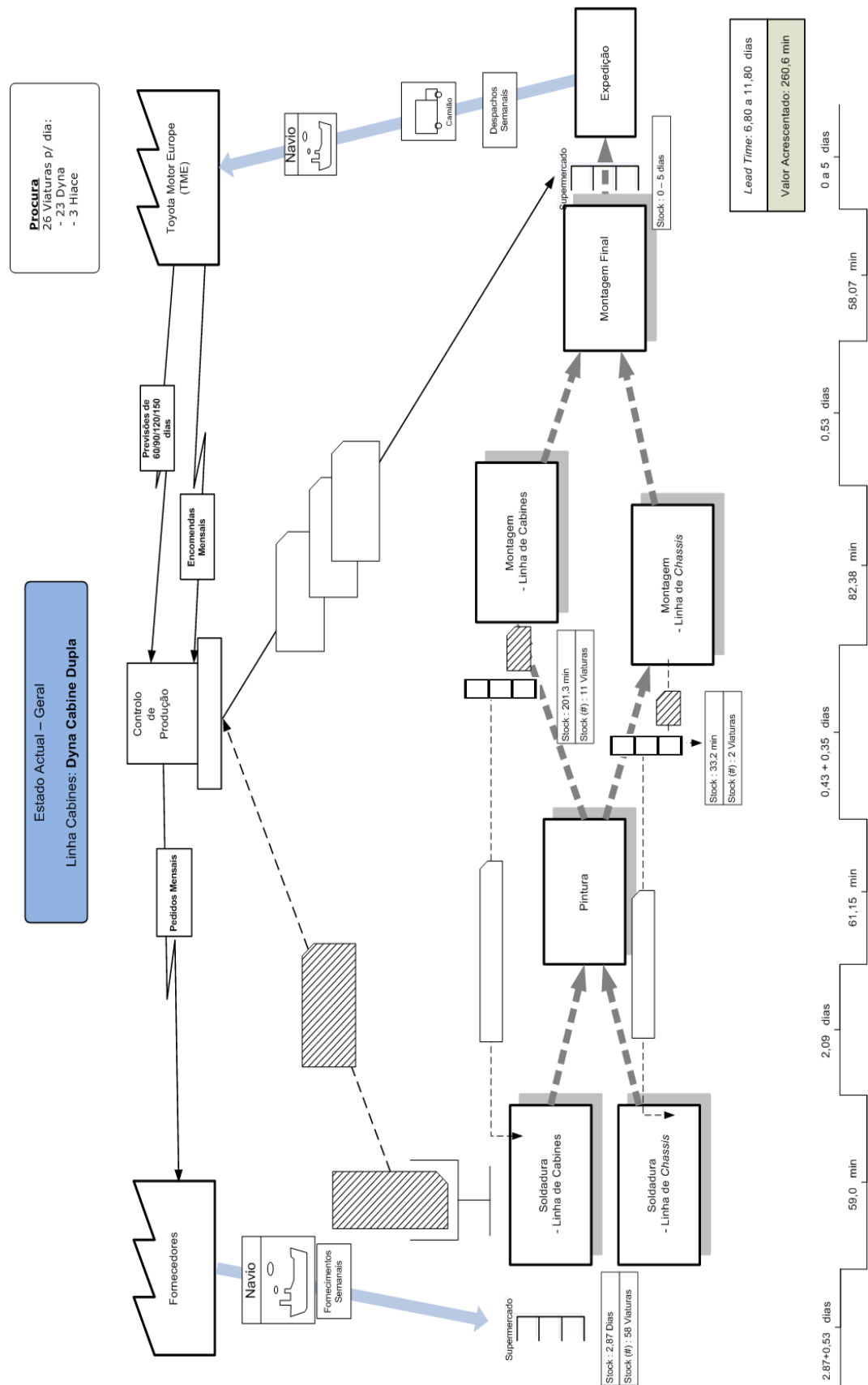
Tabela 15 - Estado Actual vs Estado Futuro (Dyna Cabine Dupla)

Dyna Cabine Dupla	<i>Lead Time</i> (dias)
Estado Actual	13,12 a 22,12
Estado Futuro	6,80 a 11,80

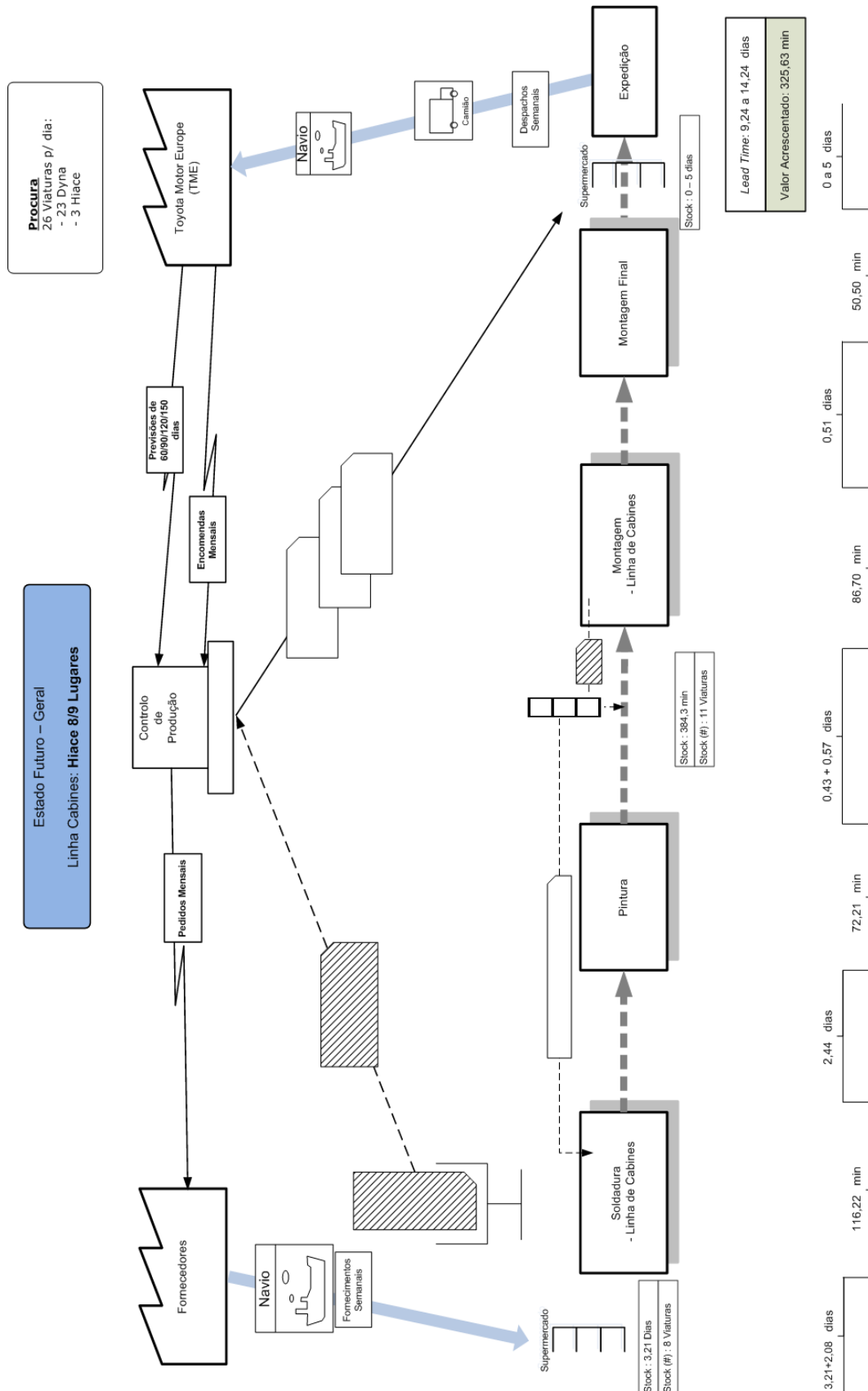
Tabela 16 - Estado Actual vs Estado Futuro (Hiace 8/9 Lugares)

Hiace 8/9 Lugares	<i>Lead Time</i> (dias)
Estado Actual	15,51 a 24,51
Estado Futuro	9,24 a 14,24

Numa última etapa, caso se decida implementar as melhorias sugeridas, é necessária a criação de um plano de actividades que descrimine os objectivos e os responsáveis por cada actividade, para que o estado futuro desenvolvido seja atingido o mais breve possível.



Mapa 23 - Estado Futuro Processo Produtivo Toyota 1: Dyna Cabine Dupla



Mapa 24 - Estado Futuro Processo Produtivo Toyota 1: Hiace 8/9 Lugares

Capítulo IV

Conclusão

- ✓ *Discussões de Resultados e Conclusões*
- ✓ *Perspectivas Futuras*

IV.1 – Discussão de Resultados e Conclusões

Nesta dissertação é conduzido um projecto onde é aplicada a ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM) para estudar e melhorar o processo produtivo de uma unidade da empresa Toyota Salvador Caetano Portugal.

O VSM tem como objectivo analisar o estado actual da cadeia de valor, fluxo de materiais e de informação, e depois projectar o estado futuro e traçar o caminho até alcançar esse estado. O VSM é também frequentemente usado como rampa de lançamento para implementação da filosofia *Lean* numa empresa.

Estando a empresa intimamente ligada à Toyota, seria de esperar algumas evidências disso mesmo no fluxo produtivo. O conhecimento do termo *takt time*, a existência de um sistema *kanban*, mesmo que muito rudimentar na linha de *chassis*, muitos quadros informativos fazendo alusões a *Kaizen's*, algumas noções de *5S's*, *heyjunka*, todos estes conceitos, numa primeira vista, dão a entender que a filosofia *Toyota Production System* está bem fundada na própria filosofia da empresa. Só que o uso de todas estas metodologias, ferramentas é feito de forma muito isolada e pouco articulada. Para ter uma filosofia de TPS ou de *Lean Management* implementada não chega apenas aplicar uma ou outra técnica, um ou outro método de forma isolada. As sinergias provocadas pelo uso de todo o conjunto de técnicas e ferramentas, do TPS ou *Lean*, é que levarão a uma eficaz implementação dessas mesmas filosofias de gestão. Tentar praticar *Lean* sem o ser, só conduzirá a um resultado: fracasso!

O uso do VSM mostrou-se bastante eficaz, nomeadamente na identificação das fontes de desperdícios. Tendo em conta que os recursos das empresas são cada vez mais escassos, e sendo a pressão para se fazer mais com menos, cada vez maior, esta ferramenta adquire uma maior relevância.

Todavia, não é uma ferramenta perfeita, é uma ferramenta que exige muita disponibilidade e tempo a nível de recursos humanos, ainda está um pouco “verde” no que concerne ao seu desenvolvimento informático e, por último, talvez a sua maior lacuna, a inaptidão para detalhar comportamentos dinâmicos. Esta situação fez-se notar significativamente no sector da pintura, dada a falta de estabilização de processos deste sector, qualquer “fotografia” tirada aquele sector corre o risco de não se assemelhar a mais nenhuma.

IV.2 – Perspectivas Futuras

Como foi já evidenciado o VSM é uma ferramenta que vai de encontro à melhoria contínua. A busca por um estado futuro melhor que o anterior é a grande premissa. Como tal, abre perspectivas para a continuação do desenvolvimento deste projecto. Essas perspectivas podem dividir-se em dois planos: o primeiro, uma dimensão mais teórica que absorva a evolução e desenvolvimento do próprio VSM; a segunda, mais restrita ao caso de estudo que este projecto aborda.

Ao longo do projecto foram identificadas as principais carências do VSM. A maior será mesmo a inabilidade para detalhar de forma dinâmica o comportamento da cadeia de valor. Esta constatação já havia sido identificada no segundo capítulo desta dissertação. Como aí se refere, o VSM é empurrado para a simulação que, através de todo o seu potencial, tenta colmatar essa lacuna do VSM.

Outro aspecto que necessita de alguma evolução é no que respeita ao desenvolvimento de aplicações informáticas. Existem já algumas no mercado, mas muito pouco *user friendly*. A aplicação Microsoft Visio também suporta alguma da linguagem usada no VSM, mas para quem trabalhe regularmente com o VSM ainda não existe um *software* que satisfaça os requisitos de utilizadores mais exigentes.

Sendo o VSM uma ferramenta com alguma preponderância a nível de gestão de topo, estudos futuros deverão integrar uma abordagem com alguns indicadores económicos que possam expressar o valor acrescentado e principalmente expressar os custos relativos a operações que não acrescentem valor (desperdícios) ao longo da cadeia de valor.

Quanto à prossecução do projecto existem dois focos principais de actuação que no futuro devem ser tidos em conta: o primeiro será o estender esta ferramenta às restantes famílias de produtos, mesmo aquelas que não representem grandes quantidades de facturação, porque muitas das vezes são estas famílias que incorrem em inúmeras fontes de desperdícios; o segundo deverá recair sobre os processos de transformação. Sendo esta uma unidade onde a componente humana tem uma relevância considerável, a melhoria dos processos onde isso se verifica é fundamental. Aquando a recolha de dados para a elaboração do VSM, os processos foram analisados e descritos nas “Fichas de Cronometragem / Sequência por Posto” que contemplam um gráfico de processo que permite identificar o tipo de actividade que é desenrolada nesse processo, seja operação, preparação, deslocação, inspecção, etc. A análise e melhoria deste gráfico de processo terá como consequência a eliminação de desperdícios e redução de tempos de ciclo, que por sua vez originarão um menor *Lead Time* da família de produtos.

Referências Bibliográficas

Bibliografia principal

- Banks, J. (1998).** Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice. Canada: Estados Unidos da América.
- Birgun, S., Ozkan, K., & Gulen, K. G. (2006).** Value Stream Mapping: A Case Study on Manufacturing Industries. *Proceedings of 5th International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems* (pp. 816-825). Sakarya University, Department of Industrial Engineering.
- Braglia, M., Carmignani, G., & Zammori, F. (15-1 de 9-10 de 2006).** A New Value Stream Mapping Approach for Complex Production Systems. *International Journal of Production Research*, Vol. 44, Nº 18-19, pp. 3929-3952.
- Brunt, D. (2000).** From Current State to Future State: Mapping the Steel to Component Supply Chain. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol. 3, Nº 3, pp. 259-271.
- Hines, P., & Rich, N. (1997).** The Seven Value Stream Mapping Tools. *International Journal of Operations & Production Management*, pp. 46-64.
- Hines, P., Rich, N., & Hittmeyer, M. (1998).** Competing against ignorance: Advantage Through Knowledge. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol.28, Nº1, pp. 18-43.
- Imai, M. (1991).** *Kayzen: The Key to Japan's Competitive Success*. McGraw-Hill.
- King, S. G. (2004).** Using Value Stream Mapping to Improve Forging Processes. Cambridge: Master Thesis, MIT.
- Lian, Y. -H., & Landeghem, H. V. (1 de Julho de 2007).** Analysing the Effects of Lean Manufacturing using a Value Stream Mapping-Based Simulation Generator, Vol. 45, Nº 13. *International Journal of Production Research*, pp. 3037-3058.
- McDonald, T., Aken, E. M., & Rentes, A. F. (2002).** Utilising Simulation to Enhance Value Stream Mapping: A Manufacturing Case Application. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol. 5, Nº 2, pp. 213-232.
- Monden, Y. (1998).** *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time* - 3rd Edition. Norcross, Georgia: Institute of Industrial Engineers.
- Nicholas, J. (1998).** *Competitive Manufacturing Management*. McGraw-Hill.
- Rother, M., & Shook, J. (1998).** *Learning to See: Value Stream Mapping to add Value and Eliminate*. Brookline: The Lean Enterprise Institute.
- TCAP. (s.d.).** Manual de Gestão. 2005.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2002). *Seeing the Whole*. Spiral.
- Womack, J., & Jones, D. (1996).** *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York: Simon & Schuster.
- Womack, J., Jones, D., & Roos. (1990).** *The Machine That Changed The World*. New York: Macmillan.

Outra bibliografia consultada

Nazareno, R. R., Silva, A. L., & Rentes, A. F. (2003). Mapeamento do Fluxo de Valor para Produtos com Ampla Gama de Peça. *XXIII ENEGEP*. Ouro Preto, MG.

Pizzol, W. A., & Maestrelli, N. C. (2005). Uma Proposta de Aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor a uma Nova Família de Produtos. *SIMEA*. Brasil.

Sítios de Internet consultados

Comunidade Lean Thinking. (2004). Obtido em 5 de 4 de 2008, de Comunidade Lean Thinking: <http://www.leanthinkingcommunity.org/>

Howardell, D. (2004). *lean.org - Lean Thinker's Corner*. Obtido em 4 de 4 de 2008, de Lean Enterprise Institute: <http://www.lean.org/Community/Resources/ThinkersCorner.cfm>

Strategos, I. (s.d.). *Process & Value Stream Mapping*. Obtido em 2 de 5 de 2008, de Lean Manufacturing Strategy & Implementation: <http://www.strategosinc.com/>

Software utilizado

2Win, S. (s.d.). Excel Templates for Continuous Improvement. Estados Unidos da América.



eVSM. (s.d.). Value Stream Mapping Software.


















































































































































































































































































































SigmaFlow. (s.d.). 5068 West Plano Parkway, Suite 300, Plano, Texas 75093, Estados Unidos da América.

Anexos

Anexo A – Exemplo de Ficha de Cronometragem / Sequência por Posto

Toyota Caetano Portugal, S.A.		Ficha de Cronometragem / Sequência por Posto																	
Divisão Fabril de Ovar																			
Folha nº	1	de	2	Posto:	17C1	Modelo:	KY S/C	Emissão (EP/DOT)	Aprovação										
Sumário	Actual:	Proposto:	Operador(es):	1	Data:	02-04-2008	Data:												
Actividade	Valor Actual (min)	Valor Proposto (min)	Operador de Posto		Rúbrica:	Rúbrica:													
1ª Am: Desl/Prep	4,2		(Fotografia)		Formação														
1ª Am: Operações	12,0				Data:														
1ª Amostra: Total	16,2				Ch. Equipa:														
2ª Am: Desl/Prep	4,5				Operador:														
2ª Am: Operações	12,1				Observações														
2ª Amostra: Total	16,7				- Produção: 23 Dyna + 3 Hiace														
3ª Am: Desl/Prep	4,2				- Lista obtida através do Modelo:														
3ª Am: Operações	12,3				KY22LTUB e KY23RTNT														
3ª Amostra: Total	16,5				- Tempos obtidos através do Modelo:														
Média	16,5				Operadores Alternativos		KY23LTNF												
Desvio Padrão (δ)	0,2				- Prepara e Desloca Borrachas p/ Porta Esq.														
Média + δ	16,7				- Prepara Obturadores, Tapete e Autocolante														
Valor Acrescentado	2,6				- Só para KY S/C RHD														
Distância (m)	0				- Só para KY S/C LHD														
				Total Operações:		39													
ÍNDICE	O P E R A Ç Ã O	Descrição	Quantidade	Tempos (seg)						Valor Acrescentado	Distância (m)	Nº Operadores	Actividade						
				1ª Amostra	2ª Amostra	3ª Amostra	Média	Operação	Preparação				Inspeção	Transporte	Armazenagem	Diversos			
1		Preparar equipamento e componentes p/ próxima cabine	-	30	-	35	-	28	-	31,0		1							
2	753B	Colocar símbolo "DYNA" na frente cabine	1	8	24	5	33	3	33	35,3	2	1							
3	589E	Montar obturadores pilar fr. esq.		2	18	1	16	5	15	9		1							
4	82BT	Montar taco no pilar fr. esq.																	
5	58AC	Montar obturadores na fr cabine		-	33	-	35	-	35	34,3	10	1							
6	58AQ	Montar obturadores pilar fr. dto.		-	16	-	10	-	13	9,0		1							
7	82BU	Montar taco pilar fr. Dto																	
8	551	Aplicar protectores esponja na fr (postigo) da cabine	2	15	14	15	20	15	15	31,3	2	1							
9	678H	Montar borracha na grossura da porta frente	1	6	10	10	12	10	13	20,3	2	1							
10	010	Retirar Mola da Porta esq.	1	-	2	-	3	-	2	2,3		1							
11	517A	Aplicar AutoColante zona superior cava roda esq. Fr.	1	35	28	38	30	39	31	67,0	3	1							
12	679P	Aplicar Tapete zona superior cava roda esq. Fr.	1	-	20	-	19	-	20	9,7	3	1							
13	58CD	Colar obturadores canto tr. l. int. esq.																	
14	781J	Colocar obturadores j/pedal acelerador																	
15	781B	Montar obturador no soalho j/acelerador																	
16	58AD	Montar obturador fundo fr. Cabine		-	50	-	52	-	46	49,3	10	1							
17	58AN	Montar obturadores no interior fr cabine																	
18	447P	Montar passador p/tubo vácuo fr cabine																	
19	A589	Colocar Obturador no Fundo da Cabine																	
20	89A/X	Preparar e Montar Parafusos obturadores Aba Tejadilho	4	24	21	20	20	25	26	45,3		1							
21	89A/X	Apertar Parafusos obturadores Aba Tejadilho Esq.	4	11	17	15	14	12	18	29,0	8	1							
22		Pulverizar Aba Porta Esq.	1	30	15	35	15	25	10	43,3		1							
23	678C	Montar borracha vedação porta esq.	1	-	55	-	56	-	55	55,3	2	1							
24	H678	Montar Borracha na parte inferior porta esq.	1	-	11	-	13	-	15	9,0	2	1							
25	538K	Montar resguardo na aba cava roda esq.	1	-	20	-	22	-	18	20,0	2	1							
26		Preparar e Aplicar Película Protecção zona sup. Cava roda Esq.	1	22	10	21	12	20	10	31,7		1							
27		Preparar e Aplicar Película Protecção zona sup. Cava roda Esq x pilar tr. Esq.	1	9	4	10	5	10	8	16,3		1							
28	82BV	Fixar inst. Eléct. Na cava da roda esq		10	44	9	50	9	51	57,7	10	1							
29	851B	Montar Braços das escovas limpa-vidros		15	60	19	57	14	55	73,3	20	1							
30	557Y	Aplicar 2 Clips nas Extremidades do Postigo fr.																	
31	557H	Montar Postigo frontal na fr. Cabine	1	7	16	8	20	8	19	26,0	5	1							
32		Apertar braços das escovas e postigo fr.		9	30	10	27	8	25	36,3	15	1							
33	648A	Preparação Vidro Tr.	1	2	101	3	95	3	107	103,7		1							
34	641	Retirar Saco e Montar Vidro Tr.	1	3	25	4	26	3	23	28,0	25	2							
35		Ligar Inst. Elé. j/ Cava roda Esq. X Int. Pilar fr. Esq.	1	5	17	2	8	5	10	16,7	3	1							
Sub-Total				243	661	260	670	242	673	916,3	124	0							

Toyota Caetano Portugal, S.A. Divisão Fabril de Ovar		Ficha de Cronometragem / Sequência por Posto									
Folha nº 2 de 2		Posto: 1TC1		Modelo: KY S/C		Emissão (EP/DOT)		Aprovação			
Sumário		Actual:  Proposto: 		Operador(es): 1		Data: 02-04-2008		Data: 00-01-1900			
Actividade		Valor Actual (min)		Valor Proposto (min)		Operador de Posto		Rúbrica:		Rúbrica:	
1ª Am: Desl/Prep		4,2				<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> (Fotografia) </div>		Formação			
1ª Am: Operações		12,0						Data:			
1ª Amostra: Total		16,2						Ch. Equipa:			
2ª Am: Desl/Prep		4,5						Operador:			
2ª Am: Operações		12,1						Observações			
2ª Amostra: Total		16,7						- Lista de Operações: 1BTC1			
3ª Am: Desl/Prep		4,2						- Lista de Operações: 2BTC1			
3ª Am: Operações		12,3						- Lista de Operações: 1TC1			
3ª Amostra: Total		16,5									
Média		16,5						Operadores Alternativos			
Desvio Padrão (δ)		0,2									
Média + δ		16,7									
Valor Acrescentado		2,6									
Distância (m)		0				Total Operações:		39			

ÍNDICE	OPERACÃO	Descrição	Quantidade	Tempos (seg)						Valor Acrescentado	Distância (m)	Nº Operadores	Actividade													
				1ª Amostra		2ª Amostra		3ª Amostra					Média	Operação	Preparação	Inspeção	Transporte	Armazenagem	Diversos							
				Desl/Prep	Operações	Desl/Prep	Operações	Desl/Prep	Operações																	
36		Ligar cablagem (tubos) Limpa-vidros	1	-	17	-	15	-	18	16,7	2	1														
37	851C	Ligar, Montar e Apertar Motor	1	8	30	10	35	5	37	41,7	25	1														
38		Verificar e Selar Apertos	1	2	11	2	5	2	10	10,7	4	1														
39	020	Colocar Mola na Porta Esq.	1	-	2	-	3	-	2	2,3		1														
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0																
										0,0														<		

Anexo B – Exemplo de Gama de Montagem

[illegible]

Apêndice

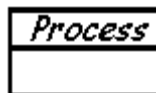
Listas de Símbolos do *Value Stream Mapping*

Símbolos de Processos



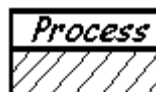
Consumidor/Fornecedor

Este ícone se colocado no canto superior esquerdo representa os fornecedores, o ponto de partida comum para o fluxo de materiais. Quando desenhado no canto superior direito, representa o consumidor, normalmente o ponto final do fluxo de materiais.



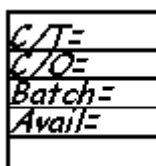
Processo Dedicado

Este ícone representa um processo, operação, máquinas ou departamentos por onde o material flui. Geralmente, para evitar um conjunto excessivo de processo, é representado num único com um fluxo interno fixo e contínuo.



Processo Partilhado

Este é um processo, operação, departamento ou máquinas que outras famílias de produtos partilham.



Caixa de Informação

Este ícone submete-se por baixo de outros ícones onde se representa toda a informação relevante: tempos de ciclo, tempos de set-up operadores, etc.

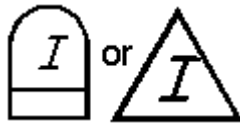


Célula de Trabalho

Este símbolo indica a integração de múltiplos processos numa célula de trabalho. Os produtos deslocam-se de processo em processo em pequenos lotes ou à unidade.

Adaptado de (Strategos)

Símbolos de Materiais



Inventário / Stock

Estas duas representações indicam inventários entre dois processos. A quantidade e tempo de inventário são apontados por debaixo destes ícones. Estes podem também ser usados para a representação de stock de matérias-primas e produtos acabados.



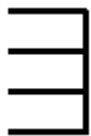
**Transferência /
Deslocações**

Este ícone representa o movimento das matérias-primas desde os fornecedores até os armazéns da unidade fabril, ou o movimento dos produtos acabados dos armazéns de embarque até aos consumidores.



Seta 'Push'

Este ícone representa o "pushing" (empurrar) the material de um processo para outro processo. 'Push' significa que um processo produz determinado material sem atender às necessidades do processo seguinte.



Supermercado

Este ícone representa um inventário do tipo 'supermercado'. Como um supermercado, um pequeno inventário está disponível e os seus clientes colhem o que daí necessitam. Depois a reposição do inventário do supermercado é feita consoante aquilo que o cliente consumiu. Quando o fluxo contínuo é impraticável, este tipo de inventário permite reduzir excessos de produção e quantidades de inventários.



Material 'Pull'

Os supermercados entram em contacto com os processos a jusante através deste ícone que indica a recolha física de material.



Linha FIFO

Inventário FIFO (First-In-First-Out) – o primeiro a entrar é o primeiro a sair. Este ícone deve ser usado quando os processos estão ligados entre si através de um sistema FIFO, que limita as entradas. Deve ser registado o máximo de inventário possível.



**Stock de
Segurança**

Este ícone representa um inventário de segurança, 'safety stock' ou 'buffer stock' como é designado. Isto acontece para proteger o fluxo produtivo de flutuações ou falhas de máquinas ou processos. É um tipo de inventário que não deve ser entendido como permanente, mas sim como temporário.

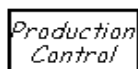


**Transferências /
Deslocações
Externas**

Transferências / Deslocações dos fornecedores ou para os consumidores através do uso de transportes externos.

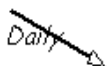
Adaptado de (Strategos)

Símbolos de Informação



Controlo de Produção

Esta caixa representa o controlo de produção central que define e controla produções, calendarização, operações e operadores.



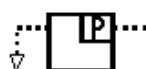
Informação Manual

Uma seta recta e fina mostra o fluxo de informação manual, como relatórios, notas, etc.



Informação Electrónica

Esta seta representa o fluxo de informação electrónico que pode ser feito através da internet, intranet, LAN's, fax, etc.



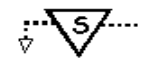
Kanban de Produção

Este ícone ordena a produção de um determinado número de peças, componentes ou produtos. Sinaliza o processo fornecedor.



Kanban de Reposição

Este ícone representa um cartão ou dispositivo que ordena a transferência dos materiais, componentes ou produtos de um supermercado para o processo cliente. O operador que processa a transferência dirige-se ao supermercado e retira os componentes necessários.



Kanban de Sinalização

Este ícone é usado sempre que o nível de inventário do supermercado desce abaixo de um ponto considerado mínimo. Quando este tipo de kanban chega ao processo fornecedor, assinala que deve ser produzido uma determinada quantidade de produto para repor os níveis de inventário do supermercado.



Posto Kanban

Local onde o Kanban é colocado para ser colhido. Geralmente usado num sistema de dois cartões que troca kanban de produção com os de requisição.



Sequência 'Pull'

Este ícone representa um sistema 'pull' que dá instruções para se produzir uma pré-determinada quantidade de um tipo de produto, normalmente uma unidade, sem o recurso a um supermercado.



MRP/ERP

Calendarização de Produção usando MRP/ERP ou outros sistemas de controlo de produção central.



'Go See'

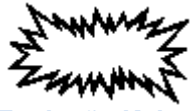
Recolha de informação no local de trabalho.



Informação Verbal

Este ícone representa fluxo de informação verbal.

Símbolos Gerais



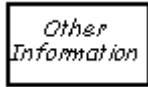
Explosão Kaizen

Este ícone é usado para evidenciar a necessidade de melhorias e planeamento kaizen no local de trabalho para um determinado processo que é considerado crítico para o alcançar do estado futuro do mapeamento do fluxo de valor.



Operador

Este ícone representa um operador.



Outros

Outra informação que possa ser considerada de relevante.



Linha de Tempo

A linha de tempo mostra os tempos de valor acrescentado e não valor acrescentado usados para o cálculo do Lead Time.

Adaptado de (Strategos)